# ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE RECURSOS NA AGRICULTURA

JOAQUIM JOSÉ DE CAMARGO ENGLER
Engenheiro Agrônomo

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz» da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo
1968

A meus pais,

À minha espôsa

e a meu filho

dedico

AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grato ao Prof. Érico da Rocha Nobre, pela orientação segura durante todo o transcorrer desta pesquisa, principalmente na revisão e crítica do texto original.

Ao colega Paulo Fernando Cidade de Araujo, expresso minha especial gratidão pelas valiosas sugestões apresentadas.

Agradeço ao Prof. Alcides Guidetti Zagatto pela colaboração dada, sobretudo no que se refere aos aspectos metodológicos desta pesquisa.

Ao Engº Agrº Vivaldo Francisco da Cruz, meus agradecimentos pela computação eletrônica da informação básica.

Finalmente, agradeço à Sra. Elisa da Silva Peron, pelo eficiente trabalho de datilografia, e aos colegas do Departamento de Economia que, direta ou indiretamente, contribuiram para a execução dêste trabalho.

ÍNDICE

Pág.

INTRODUÇÃO ..... 1

Importância do Problema ..... 1

Objetivos ..... 6

PROCEDIMENTO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA ..... 8

A Área do Estudo ..... 9

A Informação Básica ..... 11

Revisão de Literatura ..... 13

METODOLOGIA ..... 24

Fundamentação Teórica ..... 24

Algumas Aplicações Econômicas das Funções de Produção ..... 34

O Modêlo Econométrico ..... 40

Ajustamento da Função ..... 46

Definição das Variáveis ..... 49

ANÁLISE DOS RESULTADOS ..... 52

Modêlo Selecionado para Itapetininga ..... 52

Modêlo Selecionado para Guareí ..... 61

Modêlo Selecionado para a Função de Produção Agregada ..... 68

RESUMO E CONCLUSÕES ..... 75

Resumo ..... 75

Conclusões ..... 77

SUMMARY ..... 80

BIBLIOGRAFIA ..... 83

ÍNDICE DAS TABELAS

Pág.

1. Rendimentos de Algumas Culturas no Estado de São Paulo e em Outros Países, 1965 ..... 4

2. Rendimento Médio do Rebanho Bovino no Estado de São Paulo e em Outros Países, 1965 ..... 5

3. Distribuição da Propriedade Rural nos Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo, Segundo as Classes de Área, em 1960 ..... 11

4. Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 54

5. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Incluidas no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Muhicípio de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 55

6. Valor do Produto Médio, Valor do Produto Marginal e Relação entre os Valores dos Produtos Marginais e os Preços dos Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 58

7. Taxa Marginal de Substituição entre os Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 60

8. Relações entre os Preços dos Insumos Incluidos nos Modêlos Selecionados nas Estimativas de Funções de Produção para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 61

Pág.

9. Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 63

10. Coeficientes de Correlação entre as Variáveis Independentes Incluidas no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 65

11. Valor do Produto Médio, Valor do Produto Marginal e Relação entre os Valores dos Produtos Marginais e os Preços dos Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 67

12. Taxa Marginal de Substituição entre os Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 68

13. Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 70

14. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Incluidas no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 71

15. Valor do Produto Médio, Valor do Produto Marginal e Relação entre os Valores dos Produtos Marginais e os Preços dos Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 73

Pág.

16. Taxa Marginal de Substituição entre os Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 74

## ÍNDICE DOS GRÁFICOS

Pág.

1. Superfície de Produção e Curvas de Isoproduto ..... 29
2. Os Estágios da Produção ..... 33
3. Combinações de Custo Mínimo ..... 38
4. Função Cobb-Douglas: Isoquantas e Isóclinas ..... 45

ÍNDICE DOS APÊNDICES

Pág.

1. Informação Básica Utilizada na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66. ..... 87

2. Informação Básica Utilizada na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 91

3. Modêlos Alternativos Testados na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 94

4. Modêlos Alternativos Testados na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 95

5. Modêlos Alternativos Testados na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 96

6. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Utilizadas na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 97

7. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Utilizadas na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66 ..... 98

Pág.

8. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Utilizadas na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66. ..... 99

9. Teste de Significância das Diferenças Observadas entre os Somatórios dos Coeficientes de Regressão e a Unidade .... 100

10. Determinação dos Preços dos Fatôres Produtivos ..... 101

# C A P Í T U L O  I

## INTRODUÇÃO

### Importância do Problema

Um programa de racionalização dos métodos de produção da agricultura há de enquadrar-se num plano geral de desenvolvimento econômico. Quer dizer, um programa dessa natureza se entrosará com a expansão dos serviços de energia e transporte, a industrialização de base e o planejamento regional. Só assim, certamente, deixará a agricultura, em nosso meio, de produzir em níveis deficitários, como vem ocorrendo, de maneira geral, até o momento. Planos de mecanização em larga escala da lavoura, de ampliação do uso de fertilizantes, de generalização da boa técnica da irrigação e da conservação dos solos, de industrialização rural e de melhor comercialização da produção agro-pastoril, representam, não há dúvida, a viabilidade de um processo de impulsionamento ordenado do progresso nacional. Significam, também, a revitalização da agricultura através de um legítimo sentido dinâmico de ação.

De outra parte, produção agrária eficiente e rendosa não pode deixar de constituir o objetivo central da organização econômica da agricultura. Para tal fim, os recursos produtivos à sua disposição devem ser utilizados racionalmente pelo homem da terra, no processo social de produção que visa aos níveis mais altos de produtividade. Nêste particular, nos domínios da economia agrícola a eficiência no uso dos fatôres de produção pode ser definida alternativamente em têrmos de minimização do custo quando a produção é fixada em dado nível ou de maximização do produto a ser obtido a partir de determinada quantidade de recursos.

O presente trabalho pretende representar uma conformidade com a transcendental importância das complexas questões pertinentes à eficiência da produção rural no Estado de São Paulo. É sabido que a agricultura paulista vem atravessando um período de promissora transição, em que pelo menos duas tendências dominantes podem ser realçadas pelo economista agrícola. Uma delas é a crescente intensificação do emprêgo de insumos não-agrícolas e a outra diz respeito à destacada importância relativa de uma agricultura comercial que está carreando, anualmente, quantidades cada vez maiores de produtos para o mercado interno.

Infelizmente, uma análise mais detalhada do comportamento do setor agropecuário da economia paulista revela que ainda se alcançam baixos índices de produtividade no uso dos recursos produtivos. Ao se compararem, por exemplo, os rendimentos agrícolas de nosso Estado com os de outros países, verifica-se, que, com raras exceções, os índices

de produtividade da agricultura paulista são significativamente inferiores aos registrados em outros países. Com efeito, a Tabela 1 permite a comprovação dêsse fato para o caso de alguns produtos alimentícios básicos.

No setor da pecuária de corte, por exemplo, encontram-se também índices que demonstram baixo nível de produtividade. O rendimento médio por carcaça no rebanho paulista é um indicador do baixo nível tecnológico da produção animal, sobretudo se comparado com os rendimentos médios de alguns países produtores. Tal comparação pode ser apreciada na Tabela 2.

Relativamente à taxa de desfrute do rebanho bovino, o índice para o Estado de São Paulo, 32,4%, à primeira vista, parece muito bom.[1/] Entretanto, deve considerar-se que o cálculo da taxa de desfrute do rebanho paulista é inteiramente falseado. Isto porque o número de reses abatidas inclui animais provenientes de outros Estados, perfazendo, então, um total muitas vêzes maior do que o correspondente ao rebanho efetivamente criado no Estado de São Paulo. A idade de abate, entre 4 e 5 anos, é mais um elemento a demonstrar o baixo nível tecnológico de nossa pecuária de corte, visto que, via de regra, em outros países a idade média do abate não excede a 3 anos.

---

1/ O mesmo índice é, aproximadamente, 30% na Austrália, 25% na Argentina, 35% nos Estados Unidos e 11% no Brasil.

Tabela 1. Rendimentos de Algumas Culturas no Estado de São Paulo e em Outros Países. 1965.

| Cultura | Rendimento em kg/ha | | |
|---|---|---|---|
| | São Paulo | Outros Países | |
| Arroz | 1753 | Austrália | 6140 |
| | | Japão | 4950 |
| | | U.S.A. | 4770 |
| | | Itália | 4020 |
| | | URSS | 2630 |
| | | México | 2260 |
| Feijão | 566 | Alemanha Ocidental | 2190 |
| | | U.S.A. | 1230 |
| | | Japão | 1210 |
| | | Argentina | 1020 |
| | | Chile | 820 |
| | | México | 430 |
| Milho | 1753 | Nova Zelândia | 6000 |
| | | Canadá | 4980 |
| | | U.S.A. | 4630 |
| | | Suissa | 4230 |
| | | Chile | 3030 |
| | | URSS | 2440 |
| | | Argentina | 1680 |
| | | México | 1140 |
| Batata | 12202 | Inglaterra | 25300 |
| | | Noruega | 23500 |
| | | U.S.A. | 23200 |
| | | Alemanha Ocidental | 23100 |
| | | Dinamarca | 22900 |
| | | Austrália | 14500 |
| | | Argentina | 12200 |
| | | URSS | 10200 |
| | | México | 8500 |

Fontes: Food and Agriculture Organization (F.A.O.), Production Yearbook, vol. 20, 1966.

Divisão de Economia Rural, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Tabela 2. Rendimento Médio do Rebanho Bovino no Estado de São Paulo e em Outros Países, 1965.

| Local | Rendimento Médio (kg de carne/carcaça) |
|---|---|
| São Paulo | 218 |
| Áustria | 279 |
| Alemanha Ocidental | 279 |
| Bélgica | 272 |
| Estados Unidos | 265 |
| Espanha | 245 |
| Canadá | 236 |
| Dinamarca | 232 |
| Nova Zelândia | 226 |

Fontes: Food and Agriculture Organization (F.A.O.), Production Yearbook, vol. 20, 1966.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (I.B.G.E.), Anuário Estatístico do Brasil, 1966.

No que respeita à pecuária leiteira a situação é a mesma, isto é, são baixos os índices obtidos no Estado de São Paulo. Segundo estatísticas da F.A.O., e do I.B.G.E., no ano de 1965, a produção média anual, em litros, das vacas em lactação era aproximadamente de 3.700 nos Estados Unidos, 4.000 na Dinamarca, 4.900 em Israel e apenas 437 em São Paulo.

Por outro lado, a produtividade do trabalho na agricultura paulista também ainda é baixa. Os dados referentes à relação hectares cultivados por pessoa ocupada na agricultura, indicador indireto da produtividade do trabalho, demonstram que, em média, na Argentina um homem cultiva 13 hectares por ano, nos Estados Unidos 41, na Rússia 59, na Austrália 78 e em São Paulo apenas 2,8.[2/]

O uso inadequado dos recursos produtivos, o baixo nível de tecnologia e a relativa escassez do fator capital podem ser incluidas entre as principais causas da baixa produtividade da agricultura paulista.

Objetivos

O objetivo cimeiro desta pesquisa é estimar uma função de produção especificando as relações entre o valor bruto da produção e os recursos produtivos empregados na produção.

Correlativamente, os objetivos a serem perseguidos pela pesquisa serão:

1. Determinar a natureza dos rendimentos à escala;

---

2/ Segundo dados estatísticos da Food and Agriculture Organization (F.A.O.): Production Yearbook, vol. 20, 1966; e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (I.B.G.E.): Anuário Estatístico do Brasil, 1966.

2. Determinar os valores dos produtos marginais da terra, do trabalho e de diferentes formas de capital;

3. Determinar as taxas marginais de substituição entre êsses fatôres;

4. Determinar as quantidades a serem empregadas dos recursos produtivos, visando a maximizar a renda líquida dos produtores.

# C A P Í T U L O II

## PROCEDIMENTO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

Para a consecução dos objetivos propostos anteriormente, a informação básica foi obtida a partir de uma amostra de agricultores, amostra essa que representasse os principais tipos de propriedades agrícolas encontrados em uma região predominantemente agrícola do Estado de São Paulo. Foram estimadas diferentes funções de produção com os dados obtidos no campo. A seguir, procurou-se selecionar as relações insumo-produto que melhor pudessem ser ajustadas à racionalidade econômica do processo produtivo.

Nêste capítulo, são apresentadas breves descrições da área do estudo e do processo de coleta da informação básica; além disso, é feito um levantamento, tanto quanto possível atualizado, dos estudos já realizados no Brasil sôbre funções de produção do setor agrícola. Uma descrição circunstanciada dos fundamentos metodológicos envolvidos na

pesquisa é apresentada no Capítulo III. No Capítulo IV são discutidos os resultados obtidos nos diferentes modêlos econométricos que foram testados. Finalmente, no Capítulo V encontram-se as principais conclusões e o sumário desta pesquisa.

## A Área do Estudo

A presente pesquisa foi desenvolvida em uma região tìpicamente agrícola do Estado de São Paulo, constituída pelos municípios de Itapetininga e Guareí, que estão localizados na região sul do Estado, sendo que Itapetininga dista aproximadamente 170 km da Capital e Guareí 200 km. Em essência, êsses municípios apresentam as mesmas características físicas, econômicas e sociais.[3/]

O município de Itapetininga possui uma superfície de .. 2.035 $Km^2$ e uma população total de aproximadamente 60 mil habitantes, dos quais cêrca de 40% vivem no meio rural.

O município de Guareí possui uma superfície de 594$km^2$, isto é, aproximadamento a quarta parte da área total do município de Itapetininga. A população total de Guareí pode ser estimada em 12 mil habitantes, dos quais cêrca de 80% habitam o meio rural.

---

3/ Uma descrição das características físicas pode ser encontrada em Francisco T.G.de Oliveira, "Desenvolvimento de Comunidade - Uma Experiência em Itapetininga" (Mimeografado; São Paulo: Serviço Social Rural, 1964) p.p. 11-15. Um estudo de natureza sociológica pode ser encontrado em Oracy Nogueira, Família e Comunidade: Um Estudo Sociológico de Itapetininga/São Paulo. (Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Educacionais, 1962) 541 pp.

Nos dois municípios, a precipitação pluviométrica anual é adequada, embora sua distribuição não o seja; comumente os meses de inverno são muito sêcos. Se por um lado a topografia - em grande parte plana - favorece as atividades agrícolas, a baixa fertilidade dos solos, cujo pH é excessivamente baixo, tende a onerar os custos de produção.

A agricultura é o principal suporte da economia dos dois municípios, sendo a oultura do milho sua atividade mais importante. Em 1965, Itapetininga e Guareí, juntos, foram responsáveis por 1,5% da produção total de milho do Estado. Feijão, arroz e batata são outras culturas comercialmente exploradas na região. A pecuária bovina tem também importante participação na economia da área em estudo. É uma atividade desenvolvida em bases extensivas e dirigida simultâneamente para a produção de carne e leite. Em 1960, o rebanho bovino dos dois munioípios totalizava 38 mil animais, isto é, menos de 1% do total do Estado.

A estrutura fundiária de Itapetininga e Guareí, no ano de 1960, é apresentada na Tabela 3. Em ambos os municípios, menos de 10% dos proprietários possuíam mais de 70% da área total das fazendas, o que demonstra uma alta concentração da propriedade rural.

No período 1950-60, segundo dados censitários, o pessoal ocupado na agricultura da região diminuiu de 10 mil para 8 mil, enquanto que o número de tratores aumentou substancialmente ao passar de 33 para 163. Embora êstes fatos possam indicar que a agricultura dos dois municípios está se modernizando, é certo que, em têrmos relativos, êsses

municípios ainda são dos mais atrasados no Estado de São Paulo.

Tabela 3. Distribuição da Propriedade Rural nos Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo, Segundo as Classes de Área, em 1960.

| Classe de Área | Itapetininga | | Guareí | |
|---|---|---|---|---|
| | Nº de Propriedades | Área (ha) | Nº de Propriedades | Área (ha) |
| Menos de 10 ha | 1.137 | 5.757 | 319 | 1.767 |
| 10 a 100 ha | 897 | 30.285 | 327 | 10.516 |
| 100 a 1.000 ha | 193 | 53.825 | 63 | 16.484 |
| 1.000 a 10.000 ha | 18 | 36.771 | 6 | 15.365 |
| 10.000 ha ou mais | 1 | 13.968 | - | - |
| TOTAL | 2.246 | 140.606 | 715 | 44.132 |

A Informação Básica

Os dados analisados nesta pesquisa foram obtidos através de entrevistas pessoais com agricultores, componentes de uma amostra ao acaso extraída do universo constituído pelos lavradores dos municípios da área em estudo, no ano agrícola 1965/66.[4/]

4/ Êsses dados foram coletados como parte de um projeto mais amplo de pesquisa sôbre crédito rural, pesquisa essa realizada em nove dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. O referido projeto global de pesquisa está sendo conduzido pelo Finanoe Center" da "Ohio State University", em oolaboração oom o Instituto de Estudos e Pesquisas Econômicas, no Rio Grande do Sul, o to de Pesquisa e Estudos Econômioos, em Santa Catarina, e o to de Economia da ESALQ/USP, em São

A técnica utilizada na seleção da amostra foi a da amostragem em grupos ao acaso ("random cluster sampling"). Segundo esta, cada proprietário rural selecionado, ao acaso, entre os que compunham o rol de proprietários das Prefeituras Municipais tinha a sua propriedade como base para um grupo de três entrevistas. Em cada grupo assim estabelecido, a direção (nordeste, sudeste, sudoeste ou noroeste) das duas outras propriedades a serem visitadas era determinada também por sorteio, com a restrição de que entre as propriedades do grupo não poderia haver limites comuns. Isto porque, na medida do possível, se pretendia evitar a obtenção de informações em núcleos excessivamente homogêneos. A aplicação dessa técnica de amostragem tem a grande vantagem de diminuir as despesas de transporte e o tempo de coleta de informações no campo.5/

Uma restrição adicional foi imposta para a constituição da amostra que - como se disse anteriormente - deveria incluir os principais tipos de propriedades agrícolas da região. Propriedades com áreas inferiores a 10 ha ou superiores a 1.000 ha foram excluídas da amostra. Estas últimas pela razão muito simples de que constituem raras exceções na área em estudo. E as primeiras pelo fato de que o tipo de agricultura (em bases extensivas) que predomina na região indica que tais propriedades não chegam a operar em bases comerciais.

---

5/ Daniel B. Suits, Statistics: An Introduction to Quantitative Economic Research (Chicago: Rand McNally and Company, 1963) p. 57.

viga-mestra de tôda uma célebre escola econômica - a escola marginalista austríaca. Como, porém, Ricardo havia raciocinado em termos de proporções fixas dos fatôres trabalho e capital aplicados à terra, faltando-lhe, pois, a concepção das proporções variáveis de fatôres, coube a Von Thunen, na Alemanha, a iniciativa de mostrar não só que capital e trabalho podem combinar-se em proporções variáveis com quantidades fixas de um fator de produção, como, ainda, tôdas as vêzes que isso se der, daí resultará o fenômeno dos rendimentos decrescentes. Foi mais além Von Thunen quando deixou entender que a contribuição relativa do capital e do trabalho para a obtenção do produto total se portaria com regularidade suficiente para permitir a configuração de uma lei de comportamento econômico e de uma teoria da remuneração dos fatôres produtivos, respondendo o trabalho por dois terços e o capital por nove décimos de cada incremento, em escala decrescente, do produto total. O importante é que essa lei econômica da proporcionalidade dos fatôres na produção foi, ulteriormente, identificada empìricamente por Mitscherlich nas medidas do rendimento físico do solo. Na subsequente evolução da teoria da produtividade marginal, destacou-se John B. Clark, que dela inferiu o equacionamento do salário com a produtividade marginal do trabalho. Ainda na Inglaterra, Wickesteed deu novo impulso à teoria ao desenvolver o teorema da "exaustão do produto" em regime de concorrência perfeita. Esse teorema foi, em seguida, quantificado por Kunt Wicksell em função do gráu de liberdade ou perfeição da concorrência existente na economia. Mais recentemente, os estudos sôbre as leis de produção tomaram novo impulso,

culminando no conhecido teorema Cobb-Douglas que, oomo é sabido, visa a inferir estatìsticamente a constância dos princípios que regem a partioipação comparativa do trabalho e do capital na formação do produto total. Segundo Paul Douglas, a equação $P = bL^k C^{1-k}$ descreve, oom razoável gráu de aproximação e constância, a julgar pelos dados estatísticos disponíveis sôbre os Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia e outros países, a contribuição comparativa, històricamente verificada, do trabalho (L) e do capital (C) para o valor global do produto nacional (P).

Uma revisão histórica dos principais estudos sôbre funções de produção, iniciando pelo de K. Wicksell, considerado um pioneiro no uso de expressão algébrica para relacionar a produção agrícola e as quantidades empregadas dos fatôres terra, trabalho e capital é encontrada, também, em Girão (1965).7/

No Brasil, estudos econométricos sôbre funções de produção só nos últimos anos vêm sendo realizados. Uma resenha dêles é oferecida a seguir.

Goreaux e Teutem (1961), utilizando o modêlo de Cobb-Douglas, analisaram o uso de recursos na lavoura cafeeira no Estado de São Paulo.8/ Os dados foram ooletados em uma pesquisa realizada pela Secretaria

---

7/ José Antonio Girão, A Função de Produção de Cobb-Douglas e a Análise Inter-Regional da Produção Agrícola. (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Centro de Estudos de Economia Agrária, 1965) p.p. 4-11.

8/ L.M.Goreaux e O.Teutem, "Análise Estatística dos Fatôres que Afetam os Rendimentos Agríoolas do Café no Estado de São Paulo". Agricultura em São Paulo, Ano VIII, nº 7, 1961, p.p. 1-46.

da Agricultura do Estado de São Paulo em colaboração com a F.A.O. e o Instituto Brasileiro do Café, em 1958. As variáveis analisadas foram: terra, mão-de-obra, fertilizantes, densidade do cafezal (nº de cafeeiros por ha), idade média da cultura, variedade de café e tipo de solo. A pesquisa conclui ser possível aumentar a produção pelo incremento no uso de fertilizantes, uma vez que a produtividade-receita marginal dêste insumo é muito superior ao seu preço. O efeito da densidade do cafezal foi pequeno. Como era de esperar, a variedade "Mundo Novo" e as terras roxas apresentaram os melhores resultados.

Junqueira (1961), estimou uma função de produção de fumo. 9/ O estudo foi realizado no munioípio de Ubá, Estado de Minas Gerais, em uma amostra de 56 propriedades agrícolas. O modêlo empregado foi o sugerido por Cobb e Douglas e os fatôres variáveis foram a terra, os fertilizantes químicos e o trabalho animal. Foram determinados os níveis ótimos de uso de terra e de fertilizantes químicos, para diferentes níveis de fertilizantes químicos e de uso de terra, respectivamente. Foram estimadas, também, isoquantas para diferentes combinações de terra e de fertilizantes químicos.

Tollini (1962), estudou a produção de leite no município de Leopoldina, Estado de Minas Gerais, através de uma função de produção do

---

9/ Antonio A.B.Junqueira, "Análise Econômica de Uma Função de Produção de Fumo, em Ubá, Estado de Minas Gerais, 1961" (Série Técnica, Boletim nº 4; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, Instituto de Economia Rural, 1964) 100 pp.

tipo Cobb-Douglas.[10/] As variáveis consideradas foram a renda bruta, o capital investido em terra, as despesas de alimentação do gado, o capital aplicado em benfeitorias, o capital empregado em equipamento e as despesas em assistência veterinária. O autor concluiu que apenas o capital investido em benfeitorias e em equipamentos devia ser aumentado a fim de que fôssem obtidos acréscimos positivos na renda dos produtores.

Teixeira Filho (1962), desenvolveu o primeiro estudo utilizando funções de produção agregadas no Brasil.[11/] A pesquisa analisa o uso e a produtividade de recursos na agricultura dos municípios de Ituiutaba e Caratinga, em Minas Gerais. Para cada município foi ajustada uma função de produção do tipo Cobb-Douglas. O valor total da produção foi considerado em função das seguintes variáveis: terra com cultura, terra com pastagens e matas, trabalho, capital investido em benfeitorias, capital em equipamento, capital em animais produtivos, capital em animais de trabalho e despesas de custeio. Teixeira Filho concluiu que em Ituiutaba todos os recursos estariam sendo usados no estágio II de produção. Em Caratinga, três dêles (terras em pastagens, equipamentos e animais de trabalho) estariam no estágio III.

---

10/ Hélio Tollini, "Produtividade Marginal e Uso dos Recursos: Análise de Função de Produção de Leite em Leopoldina, Minas Gerais, Ano Agrícola 1961/62" (Tese de M.S. não publicada; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1964) 89 pp.

11/ Antonio R.Teixeira Filho, "Análise da Produtividade Marginal dos Recursos Agrícolas em Dois Municípios do Estado de Minas Gerais - Ituiutaba e Caratinga - Ano Agrícola 1961/62" (Tese de M.S. não publicada; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1964) 102 pp.

Zagatto, Brandt e Araujo (1965), utilizando uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, analisaram as produtividades marginais dos fatôres terra e fertilizante na lavoura canavieira no Município de Rio das Pedras, Estado de São Paulo.[12/] Determinaram, também, a natureza dos rendimentos a escala e a taxa marginal de substituição de terra por fertilizantes. O estudo concluiu ser o fator fertilizante o que proporcionava maiores rendimentos marginais, devendo por isso mesmo ser incrementado o seu uso.

Zagatto, Brandt e Moraes Filho (1965), estimaram uma função de produção para uma população constituída pelos fornecedores de cana-de-açúcar às usinas do município de Piracicaba.[13/] Os insumos estudados foram: terra, mão-de-obra e capital em máquinas e implementos agrícolas. O modêlo utilizado foi o de Cobb-Douglas. Os fatôres produtivos terra e mão-de-obra foram os mais importantes na determinação de variações significativas na renda bruta. O valor do produto marginal da terra indicou que inversões adicionais nêste recurso são economicamente recomendáveis.

Schattan (1965), ajustou funções de produção agregadas para

---

12/ Alcides G.Zagatto, Sérgio A.Brandt e Paulo F.C.de Araujo, "Produtividade Marginal e Uso de Recursos na Lavoura Canavieira no Município de Rio das Pedras, Estado de São Paulo" (Boletim Técnico-Científico nº 24; Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1965) 18 pp.

13/ Alcides G.Zagatto, Sérgio A.Brandt e José M.Moraes Filho, "Estimativas de Produtividade de Recursos na Lavoura Canavieira em Piracicaba, Estado de São Paulo" (Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Economia, 1965) 30 pp.

três regiões e sete estratos de área no Estado de São Paulo.[14/] O modêlo utilizado foi o de Cobb-Douglas e as variáveis selecionadas foram: produção total, consumo intermediário, trabalho, capital em benfeitorias, equipamento, animais de trabalho e animais produtivos. O fator produtivo trabalho foi a variável mais importante no que diz respeito a variações na produção total. A análise estatística dos dados demonstrou não ser possível determinar uma única função de produção para o Estado de São Paulo.

Veiga (1965), estudou o uso e a produtividade dos recursos no município de Jaguariuna, Estado de São Paulo, usando uma função de produção agregada do tipo Cobb-Douglas.[15/] As variáveis consideradas foram a renda bruta, a terra em culturas, a terra em pastagem, o trabalho, o capital em equipamento, benfeitorias, animais produtivos e animais de trabalho e, finalmente, as despesas de custeio. Todos os recursos estavam sendo usados no estágio racional de produção (estágio II), com exceção de terra em pastagem. Veiga concluiu ainda que os fatôres terra em cultura e em pastagem, trabalho e capital em equipamento estavam sendo utilizados em excesso, ao passo que o uso dos demais fatôres poderia ser incrementado, com vistas ao ponto de ótimo uso econômico. O autor realizou

---

14/ Salomão Schattan, "Funções Agregadas de Produção Agrícola no Estado de São Paulo, para Três Regiões e Sete Estratos de Área" (Trabalho não publicado; São Paulo: Secretaria da Agricultura, Divisão de Economia Rural, 1965).

15/ Alberto Veiga, "Use and Productivity of Agriculture Resources Jaguariuna County, São Paulo, Brazil" (Tese de M.S. não publicada; Lafayette: Purdue University, 1965) 144 pp.

também uma análise comparativa dos resultados obtidos em Jaguariuna com aquêles obtidos por Teixeira Filho (1962) em Ituiutaba e Caratinga, Estado de Minas Gerais.

Engler, Zagatto e Araujo (1965), estimaram uma função de produção para a cultura canavieira explorada por conta própria e por conta alheia, no Município de Piracicaba.[16/] Através do modêlo Cobb-Douglas, foi analisada a relação entre a renda bruta e as seguintes variáveis independentes: terra, trabalho e capital em máquinas e implementos agrícolas. A amostra utilizada era constituida por 70 propriedades exploradas por conta própria (proprietários) e 41 propriedades exploradas por conta alheia (arrendatários e parceiros). As principais conclusões dessa pesquisa foram: (a) profundas diferenças entre as produtividades marginais dos insumos nos dois sistemas de posse e uso da terra, sendo que, em média, as firmas exploradas por contra própria estavam usando melhor os recursos produtivos; (b) os proprietários poderiam intensificar o uso dos insumos terra, trabalho e capital em máquinas e implementos, sendo mais vantajosas as inversões adicionais em terra e trabalho; e, (c) os arrendatários e parceiros só deveriam intensificar o uso do fator terra.

Araujo, Brandt e Engler (1966), estudaram a produtividade marginal dos recursos na lavoura canavieira em Piracicaba, em propriedades

---

16/ Joaquim J. de C.Engler, Aloides G.Zagatto e Paulo F.C.de Araujo,"Produtividade de Recursos e Rendimento Ótimo da Lavoura Canavieira, Referentes a Proprietários, Arrendatários e Parceiros em Piracicaba". (Materiais de Ensino para Reforma Agrária nº 4; Piracicaba: IICA-CIRA,1965) 34 pp.

agrícolas de diferentes tamanhos.[17] A amostra foi estratificada, segundo a área total dos estabelecimentos que a compunham, em três classes: propriedades "pequenas" (área inferior a 10 alqueires), "médias" (área entre 10 e 30 alqueires) e "grandes" (área superior a 30 alqueires). Uma vez mais, o modêlo utilizado foi o de Cobb-Douglas e as variáveis consideradas foram a renda bruta, a terra, o trabalho e o capital em máquinas e implementos agrícolas. Os autores concluiram que os três grupos de propriedades deveriam fazer maiores inversões no fator terra. O fator trabalho estava sendo empregado em quantidades excessivas, tanto entre as "pequenas" propriedades como entre as "médias"; sòmente as "grandes" propriedades deveriam realizar gastos adicionais nêsse insumo.

Zeballos (1966), analisou a produtividade marginal dos recursos na agricultura do município de Varginha, Estado de Minas Gerais.[18] As variáveis independentes analisadas, através do modêlo de Cobb-Douglas, foram: mão-de-obra, terra em pastagem, terra em culturas, capital e despesas gerais. O autor concluiu que apenas os fatôres mão-de-obra e capital deveriam ter seu uso intensificado, visando ao ótimo econômico.

Gastal (1967), estimou funções de produção do tipo Cobb-Douglas para a produção agropecuária dos municípios de Alegrete e Ibirubá,

---

17/ Paulo F.C.de Araujo, Sérgio A.Brandt e Joaquim J.de C.Engler, "Produtividade Marginal de Recursos na Lavoura Canavieira em Propriedades Agríoolas de Diferentes Tamanhos" (Série Mimeografada nº 51; Piracicaba: IICA-CIRA, 1966) 18 pp.

18/ Hernan Zeballos, "Análise da Produtividade Marginal dos Recursos Agrícolas no Município de Varginha, Minas Gerais, Ano Agrícola 1964/65". (Tese de M.S. não publicada; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1966) 92 pp.

Estado do Rio Grande do Sul.[19/] A pesquisa concluiu que no município de Alegrete os recursos aplicados em ovinos e capital circulante poderiam ser expandidos, enquanto o fator terra estaria sendo utilizado em excesso. Em Ibirubá, poderia ser intensificado o uso de capital circulante, capital em benfeitorias e capital em equipamento.

Simeonidis (1967), através do ajustamento de funções de produção do tipo linear, procurou identificar os principais fatôres que influenciam a renda líquida de propriedades especializadas em suínos, nos municípios de Ibirubá e Lageado, e em bovinos e ovinos no município de Alegrete, Estado do Rio Grande do Sul.[20/] Em Ibirubá, os principais fatôres responsáveis por variações na renda líquida foram o ativo ("total assets"), o trabalho, a tecnologia e a relação custo total-valor da produção ("input-output ratio"). Em Lageado, além das quatro variáveis mencionadas, o número de unidades de tração ("power units") mostrou-se importante na estimativa da renda líquida. Em Alegrete, as variáveis mais importantes foram o ativo, a tecnologia, o ativo por homem("total assets por man-year") e a relação custo total-valor da produção.

Barroso (1968), utilizando o modêlo de Cobb-Douglas, analisou o uso e a distribuição dos recursos nas zonas de Meia Ponte e Mato

---

19/ Edmundo F. Gastal, "Eficiência no Uso dos Recursos na Produção Agropecuária em Alegrete e Ibirubá, Rio Grande do Sul, Ano Agrícola ... 1960/61". (Tese de M.S. não publicada; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1967) 87 pp.

20/ Haralambos Simeonidis, "Net Farm Income, And Potential For Capital Accumulation on Livestock Farms: Rio Grande do Sul, Brazil (Tese de M.S. não publicada; Columbus: The Ohio State University, 1967) 87pp.

Grosso de Goiás, Estado de Goiás.[21] A pesquisa concluiu que em Meia Ponte as variáveis terra em culturas, trabalho total, investimento em benfeitorias e animais de trabalho deveriam ter seu uso intensificado. Em Mato Grosso de Goiás isto só deveria ser feito com relação aos fatôres terra em culturas, investimento em equipamentos e despesas gerais. Em uma análise comparativa das duas zonas, o autor concluiu que em Meia Ponte os recursos estariam sendo usados com maior eficiência.

---

21/ Nilo Alberto Barroso, "Análise do Uso e Distribuição dos Recursos nas Zonas de Meia Ponte e Mato Grosso de Goiás, Goiás - Ano Agrícola 1966/67". (Tese de M.S. não publicada; Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1968) 84 pp.

23.35
115
69
8.0 J

# C A P Í T U L O III

## METODOLOGIA

### Fundamentação Teórica

Chama-se produção à atividade que transforma determinados bens em outros que possuem uma utilidade maior.[22] Produção é, portanto, criação de utilidade. Como atividade criadora de utilidade, a produção baseia-se em transformações que, na realidade, são de três espécies: tecnológicas, espaciais e temporais. Quer dizer que, do ponto de vista econômico, o têrmo produção não se cinge apenas a uma transformação técnica de determinados bens em outros distintos, mas a qualquer outra transformação que conduza à obtenção de bens mais úteis que aquêles dos quais se parte. Assim por exemplo, um objeto situado em um lugar A

22/ Claudio Napoleoni, "Dicionário de Economia Política". (Madrid: Ediciones Castilla S.A., 1962) p. 1377.

e o mesmo objeto situado em outro lugar B são econômicamente distintos; o transporte dêsse objeto de A a B é atividade produtiva se a utilidade do bem econômico proporcionado pelo objeto em B é maior que a utilidade que proporciona o bem econômico constituido pelo objeto em A. Do mesmo modo, um objeto determinado hoje é um bem econômico diferente do mesmo objeto amanhã; por isso, a atividade de conservação para um momento futuro de um objeto existente no presente é atividade produtiva se o bem econômico que constituirá o objeto nêsse tempo futuro tem maior utilidade que o bem econômico constituido pelo mesmo objeto no presente.

A expressão matemática que correlaciona a quantidade dos fatôres produtivos empregados com a quantidade do produto obtido é designada <u>função de produção.</u> Para uma dada tecnologia e um determinado período de tempo, a função de produção pode ser expressa simbòlicamente da seguinte forma:

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_n)$$

ou

$$Y = f(X_i) \quad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

em que Y representa a quantidade produzida, ou o produto físico total, e $X_1$ a $X_n$ as quantidades empregadas dos fatôres produtivos. Essa função é, por hipótese, contínua e derivável em relação a tôdas as variáveis. O estudo das relações insumo-produto tornou-se possível graças à contribuição da econometria que, reunindo a análise econômica, a análise matemática e a estatística num corpo unificado de conhecimentos, procura quantificar e correlacionar os fenômenos econômicos através de

modêlos teóricos. É importante, pois, determinar a função que melhor se ajuste aos dados observados, para prover orientação não só ao nível do empresário agrícola, como ao nível dos órgãos públicos responsáveis pela política econômica do setor agrícola.[23/]

Matemàticamente, as funções de produção são funções a duas ou mais variáveis independentes. Excepcionalmente o são com uma única variável independente.

Para a plena compreensão das relações funcionais existentes entre as variáveis econômicas, constantes do modêlo econométrico adotado nesta pesquisa, entendeu-se ser oportuna a definição dos seguintes têrmos, encontradiços na literatura econômica: (a) produtividade marginal; (b) produtividade média; (c) elasticidade de produção; (d) superfície de produção; (e) curva de isoproduto ou isoquanta; (f) taxa ou razão marginal de substituição entre dois fatôres produtivos; e (g) isóclinas.

A produtividade marginal (PMa) representa o aumento na produção total decorrente do acréscimo de uma unidade de um fator produtivo, mantendo-se constantes os demais. Mede, portanto, a taxa de variação da produção relativamente a um fator produtivo. Analìtioamente, a produtividade marginal ou o produto físico marginal de um fator $X_i$ é dada pela derivada parcial da função de produção em relação à variável $X_i$.

---

23/ Exemplos das múltiplas aplicações das funções de produção podem ser encontrados em E. O. Heady e J. L. Dillon, Agricultural Production Functions, (Ames, Iowa: The Iowa State University Press, 1966)p.p.31-32.

$$PMa_{X_i} = \lim_{\triangle X_i \to 0} \frac{\triangle Y}{\triangle X_i} = \frac{\partial Y}{\partial X_i} \quad (X_i = 1, 2, \ldots, n)$$

A produtividade média de um fator produtivo (PMe) é a relação entre a quantidade total produzida e a quantidade empregada dêsse insumo. A produtividade média ou produto físico médio de um fator $X_i$ é representada por:

$$PMe_{X_i} = \frac{Y}{X_i}$$

A elasticidade de produção do fator $X_i$, ou seja a elasticidade parcial ($E_{X_i}$), é definida pela razão entre as variações relativas na quantidade produzida de um produto Y e na quantidade empregada de um fator $X_i$, isto é:

$$E_{X_i} = \lim_{\triangle X_i \to 0} \frac{\dfrac{\triangle Y}{Y}}{\dfrac{\triangle X_i}{X_i}} = \lim_{\triangle X_i \to 0} \frac{\triangle Y}{\triangle X_i} \cdot \frac{X_i}{Y} = \frac{\partial Y}{\partial X_i} \cdot \frac{X_i}{Y}$$

ou

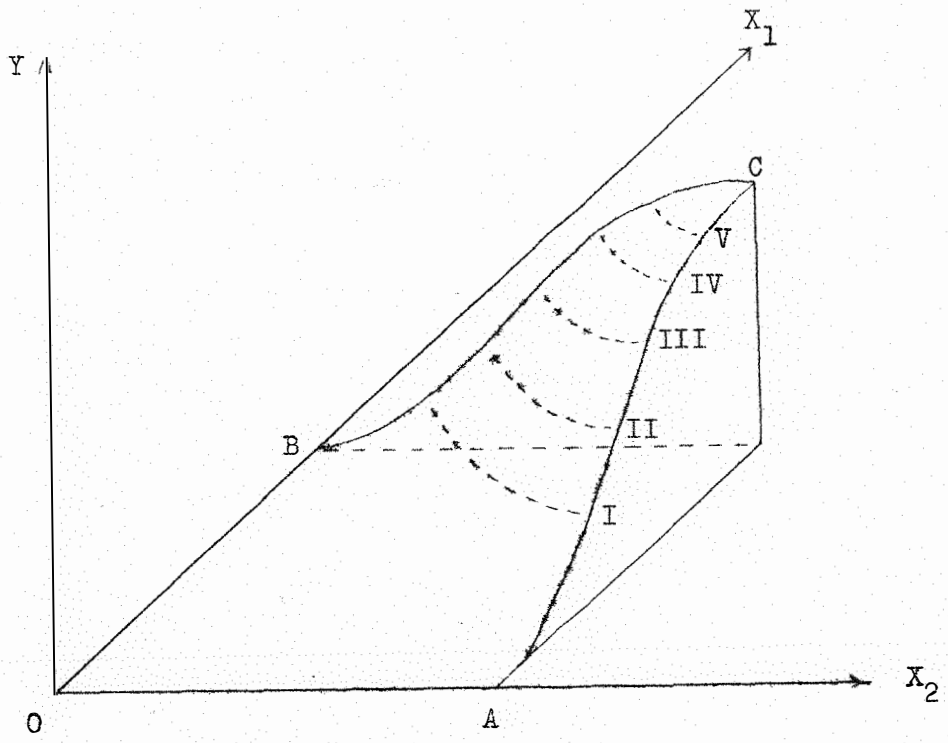
$$E_{X_i} = \frac{\dfrac{\partial Y}{\partial X_i}}{\dfrac{Y}{X_i}} = \frac{PMa_{X_i}}{PMe_{X_i}}$$

Verifica-se assim, que a elasticidade de produção referente a um fator $X_i$ pode ser obtida pelo quociente entre a produtividade marginal e a produtividade média do fator $X_i$. Sem rigorísmo matemático,

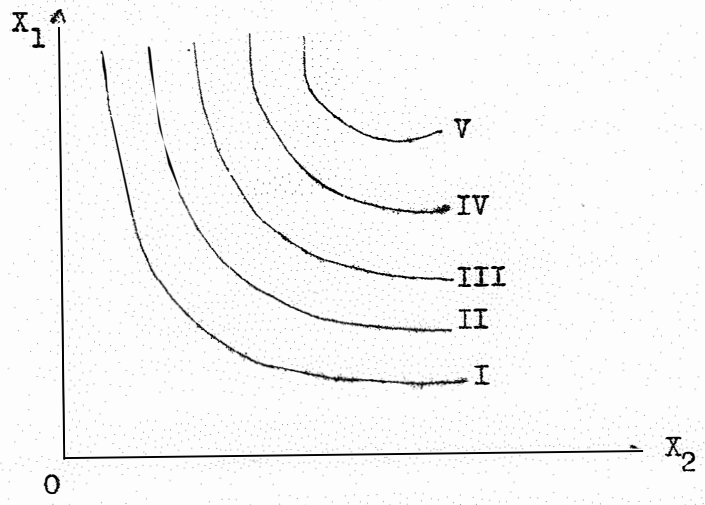
entretanto, a elasticidade de produção traduz a percentagem de variação da produção quando o nível de emprêgo do fator varia de 1%. Quando a produção aumenta numa percentagem igual à de variação na quantidade empregada do fator, o coeficiente de elasticidade terá valor unitário e diz-se que os acréscimos de produção são constantes para êsse intervalo de variação. Êsses acréscimos serão crescentes ou decrescentes se a produção aumentar, respectivamente, numa percentagem maior ou menor que a correspondente à variação na quantidade empregada do fator (coeficiente de elasticidade maior ou menor que 1).

Admitindo-se que o produto Y seja obtido apenas a partir da combinação de dois fatôres produtivos $X_1$ e $X_2$ e que para as diversas combinações dêsses fatôres corresponda uma determinada produção, pode-se representar essa produção em um gráfico a três dimensões (Gráfico 1). As diversas combinações dos insumos $X_1$ e $X_2$ correspondem a pontos de um plano $OX_1X_2$ e as produções respectivas são medidas pelas alturas dos segmentos perpendiculares ao plano $OX_1X_2$ e correspondentes a essas diversas combinações. Ao lugar geométrico dos pontos que representam as produções obtidas com $X_1$ e $X_2$, denomina-se superfície de produção. Êste conceito pode ser generalizado para o caso da produção ser obtida a partir da variação de um maior número de fatôres e, dessa forma, passa-se do espaço tri-dimensional ao n-dimensional. Nêste caso, a híper-superfície de produção pode ser definida como o lugar geométrico do conjunto de pontos correspondentes às produções obtidas a partir de diferentes combinações dos n fatôres de produção.

Gráfico 1. Superfície de Produção e Curvas de Isoproduto.




$$Y = f(X_1, X_2 | X_3, \ldots, X_n)$$




I, II,...,V - Curvas de isoproduto (os fatôres $X_1$ e $X_2$ são substitutos imperfeitos).

A curva de isoproduto ou isoquanta é o lugar geométrico dos pontos que representam o conjunto de combinações possíveis de dois fatôres às quais corresponde um determinado volume de produção. Seccionando-se a superfície de Produção (Gráfico 1) a diferentes alturas por planos paralelos ao plano $OX_1X_2$ obtêm-se curvas (I, II, III, etc.) que são isoquantas ou curvas de produto constante.

A taxa marginal de substituição (TMS) de um fator $X_1$ por outro fator $X_2$ pode ser definida como sendo a quantidade adicional do fator $X_2$, a partir de uma dada combinação dêsses fatôres, necessária para manter inalterado o volume de produção, quando é feita uma redução unitária no emprêgo do fator $X_1$.[24/]

Assim,

$$TMS_{X_1X_2} = \lim_{\Delta X_1 \to 0} \frac{\Delta X_2}{\Delta X_1} = \frac{d X_2}{d X_1}$$

Considerando a definição de isoquanta, para um determinado nível de produção constante k, sua equação geral será:

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_n) = k$$

Diferenciando-se esta expressão, e admitindo-se como variáveis apenas as quantidades dos fatôres $X_1$ e $X_2$, temos:

---

24/ Segundo R.G.D.Allen, "Mathematical Analysis for Economists". (London: Macmillan And Co. Limited, 1947) p. 341.

$$dY = \frac{\partial Y}{\partial X_1} d X_1 + \frac{\partial Y}{\partial X_2} d X_2 = 0$$

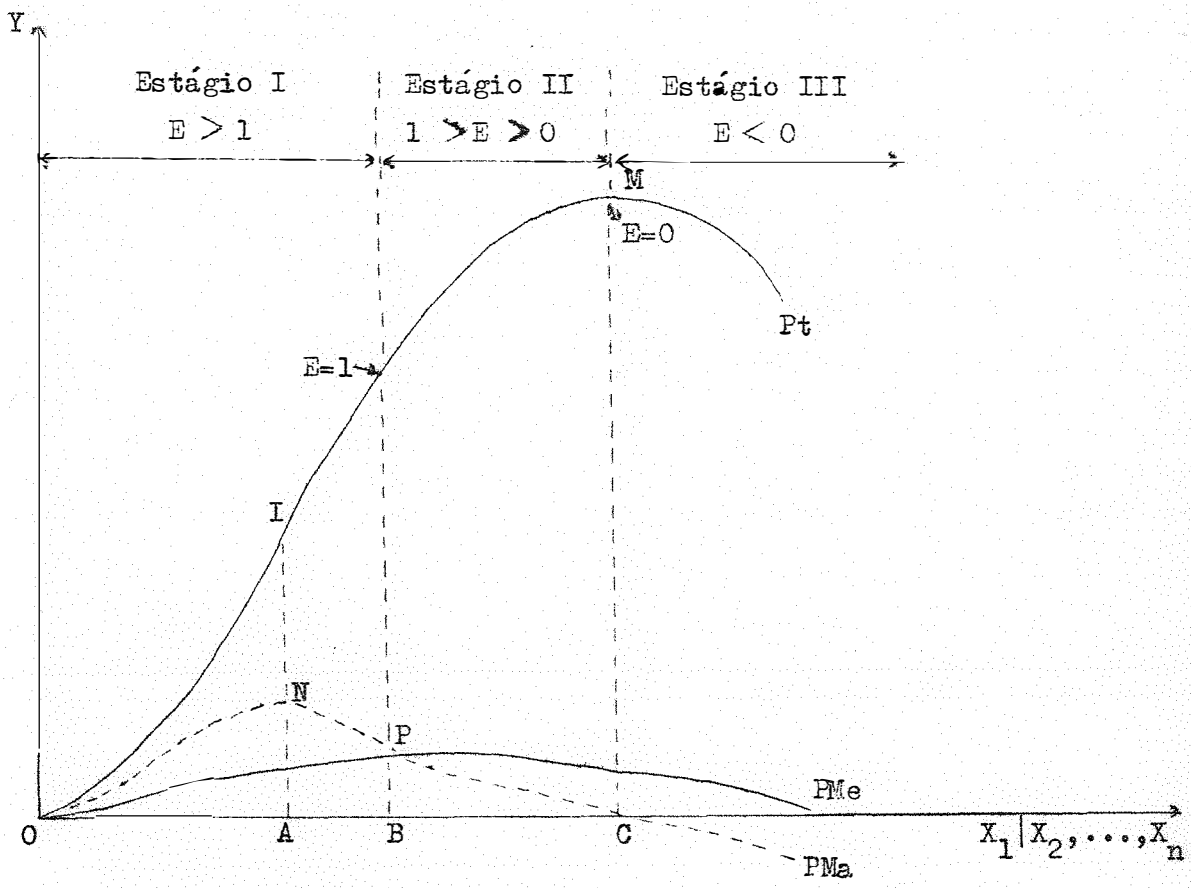
$$\frac{d X_2}{d X_1} = - \frac{\frac{\partial Y}{\partial X_1}}{\frac{\partial Y}{\partial X_2}} = - \frac{PMa_{X_1}}{PMa_{X_2}} = TMS_{X_1 X_2}$$

Verifica-se, assim, que a $TMS_{X_1 X_2}$ é igual à relação entre as respectivas produtividades marginais. A $TMS_{X_1 X_2}$ representa a declividade da tangente à isoquanta que relaciona as combinações dos fatôres $X_1$ e $X_2$. Ao se definir a TMS entre dois fatôres admitiu-se que a produção de determinada quantidade de um produto podia ser obtida a partir da utilização maior ou menor de um dos fatôres desde que se diminuísse ou aumentasse a quantidade utilizada do outro. Nêste caso, os fatôres são chamados substitutos. Há porém, o caso de fatôres em que é inútil aumentar a quantidade de um fator se, simultaneamente, não se aumentar também a quantidade utilizada do outro. Nêste caso, os fatôres são chamados complementares. Na produção agrícola, de um modo geral, os fatôres são substituíveis entre si dentro de certos limites. Por exemplo, uma determinada produção pode ser obtida a partir de diferentes quantidades dos fatôres terra e trabalho. Entretanto, além de determinados limites, é impossível manter constante a quantidade produzida, por mais trabalho que se aplique a terra ou por mais terra de que se disponha para aplicar determinada quantidade de trabalho.

A isóclina é o lugar geométrico dos pontos de um conjunto de isoquantas que possuem idêntica taxa marginal de substituição ou declividade. As isóclinas com taxas marginais de substituição com valores iguais a zero e a infinito são denominadas linhas-limite ("ridge-lines" ou "border-lines"). Estas linhas separam as zonas de complementariedade e de substituição. Elas delimitam as combinações racionais entre dois fatôres.

Admitindo-se que o produto físico total seja função de apenas um fator variável X, isto é, que $Y = f(X_1|X_2,\ldots,X_n)$ a relação fator-produto pode ser representada geomètricamente pela curva Pt do Gráfico 2, a qual traduz a lei dos rendimentos decrescentes ou lei dos rendimentos não proporcionais. À medida que se aumenta a quantidade empregada do fator $X_1$, a produtividade marginal dêsse fator, representada pela curva PMa, crescerá inicialmente, para em seguida decrescer e finalmente tornar-se negativa. A produção total crescerá mais que proporcionalmente ao emprêgo do fator enquanto a produtividade marginal fôr crescente; continuará crescendo, porém por acréscimos decrescentes, enquanto a produtividade marginal fôr decrescente e positiva, e finalmente tornar-se-á decrescente quando a produtividade marginal fôr negativa. A curva da produção total apresenta, portanto, um ponto de inflexão (I) em que passa de convexa a côncava em relação ao eixo das abcissas. Êste ponto corresponde à quantidade do fator que determina a máxima produtividade marginal. O ponto de máximo na curva de produção total (M) corresponde à produtividade marginal nula. A produtividade média do

Gráfico 2. Os Estágios da Produção.




Pt = produto físico total

PMe = produtividade média

PMa = produtividade marginal

E = elasticidade de produção

I = ponto de inflexão

M = ponto de máxima produção total

N = ponto de máxima produtividade marginal

P = ponto de máxima produtividade média.

fator $X_1$, representada gràficamente pela curva PMe, cresce enquanto a produtividade marginal lhe é superior, atingindo seu máximo no ponto em que se iguala à produtividade marginal. A seguir, a produtividade média decresce, porém a uma taxa menor que a produtividade marginal.

Como visto anteriormente, a elasticidade de produção é igual à relação entre as produtividades marginal e média do fator. Desta forma, conclui-se que a elasticidade de produção será maior que 1, quando a produtividade marginal fôr superior à produtividade média, menor que 1 e maior que zero, quando a produtividade marginal fôr inferior à produtividade média e positiva e, finalmente, menor que zero quando a produtividade marginal fôr negativa.

A curva do produto físico total pode ser dividida em 3 estágios: o primeiro situado entre a origem dos eixos e o ponto em que a produtividade média é máxima, o segundo estágio entre êste ponto e o de máxima produção total e, finalmente, a partir dêste último ponto inicia se o terceiro estágio da produção. O primeiro e o terceiro estágios são considerados irracionais, pois nêles é antieconômico o uso do fator.

## Algumas Aplicações Econômicas das Funções de Produção

### Quantidade Ótima a se Empregar de um Fator Produtivo

A quantidade ótima a se empregar de um fator produtivo é aquela que maximiza a receita líquida (RL). Admitindo-se que a produção Y, de preço $P_Y$, seja função apenas do fator produtivo X de preço $P_X$,

tem-se:

$$RL = YP_Y - XP_X$$

O máximo da função receita líquida é obtido quando:

$$\frac{d}{dX}(YP_Y - XP_X) = 0 \quad e \quad \frac{d^2}{dX^2}(YP_Y - XP_X) < 0$$

$$\frac{dY}{dX} \cdot P_Y - P_X = 0$$

$$\frac{dY}{dX} = \frac{P_X}{P_Y} \quad ou \quad \frac{dY}{dX} \cdot P_Y = P_X$$

Verifica-se assim que a máxima receita líquida é obtida quando a produtividade marginal é igual à relação entre o preço do fator e o preço do produto, ou quando o valor da produtividade marginal é igual ao preço do fator. Se o financiamento a ser aplicado no fator X fôr limitado a um montante K, por exemplo, a quantidade a se empregar de X estará também sujeita à condição:

$$XP_X = K \quad \therefore \quad X = \frac{K}{P_X}$$

Quantidades Ótimas a Serem Empregadas de Dois ou Mais Fatôres Produtivos

Considerando-se o produto Y, de preço $P_Y$, como função de dois fatôres $X_1$ e $X_2$, cujos preços são respectivamente $P_{X_1}$ e $P_{X_2}$, as expressões de receita bruta (RB) e de custo total (C) são:

$$RB = Y.P_Y$$

$$C = X_1.P_{X_1} + X_2.P_{X_2}$$

A receita líquida (RL), expressa por

$$RL = Y.P_Y - (X_1.P_{X_1} + X_2.P_{X_2}),$$

será máxima quando as derivadas parciais, em relação a $X_1$ e $X_2$, forem nulas.25/

$$\frac{\partial RL}{\partial X_1} = 0 \quad e \quad \frac{\partial RL}{\partial X_2} = 0$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} \cdot P_Y - P_{X_1} = 0 \quad e \quad \frac{\partial Y}{\partial X_2} \cdot P_Y - P_{X_2} = 0$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} \cdot P_Y = P_{X_1} \qquad \frac{\partial Y}{\partial X_2} \cdot P_Y = P_{X_2}$$

Concluiu-se, assim, que no ponto de ótimo econômico, os valores dos produtos marginais dos fatôres são iguais aos seus respectivos

---

25/ Há que se considerar, também, que as seguintes condições se verifiquem:

$$\frac{\partial^2(RL)}{\partial X_1^2} < 0, \quad \frac{\partial^2(RL)}{\partial X_2^2} < 0 \text{ e } \frac{\partial^2(RL)}{\partial X_1^2} \cdot \frac{\partial^2(RL)}{\partial X_2^2} > \left(\frac{\partial^2(RL)}{\partial X_1 \partial X_2}\right)^2$$

Para maiores detalhes, consultar J. Parry Lewis, An Introduction to Mathematics for Students of Economics. (London: Macmillan And Co Limited, 1959) p. 232.

preços. Quer isto dizer, também, que as relações entre os valores dos produtos marginais e os preços dos fatôres são iguais à unidade.

A partir da expressão do custo total, tem-se:

$$X_1 = C - \frac{P_{X_2}}{P_{X_1}} \cdot X_2$$

Esta equação representa um conjunto ou família de retas de isocusto paralelas, cuja declividade é igual a $- \frac{P_{X_2}}{P_{X_1}}$. Como se observa no Gráfico 3, quanto maior o valor de C, isto é, quanto mais elevado o custo, mais "altas" serão as retas de isocusto.

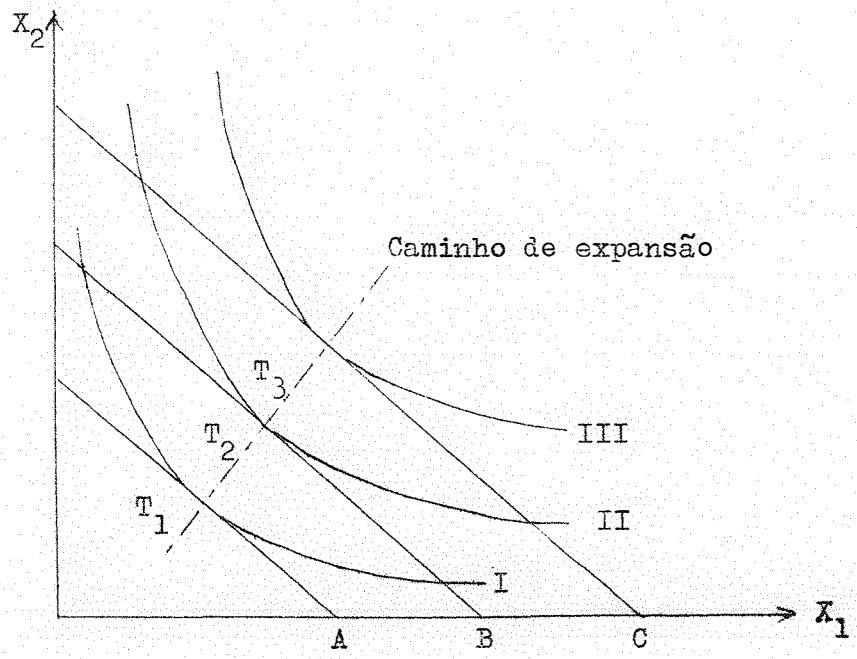
Da simples análise do Gráfico 3 conclui-se que para se produzir um dado volume de produção representado, por exemplo, pela isoquanta II, a combinação dos fatôres $X_1$ e $X_2$ que proporciona o mínimo custo, é dada pelas coordenadas do ponto de tangência ($T_2$) dessa isoquanta com a reta de isocusto B.

Considerando que a declividade da reta de isocusto é igual ao inverso da relação entre os preços dos fatôres e que a declividade da tangente à isoquanta é dada pela taxa marginal de substituição, no ponto de tangência de uma isoquanta com uma reta de isocusto, temos:

$$\frac{PMa_{X_2}}{PMa_{X_1}} = \frac{P_{X_2}}{P_{X_1}} \quad \text{ou}$$

$$\frac{PMa_{X_1}}{P_{X_1}} = \frac{PMa_{X_2}}{P_{X_2}}$$

Gráfico 3. Combinações de Custo Mínimo




I, II, III = Isoquantas

A, B, C = Retas de Isocusto.

Verifica-se assim que nos pontos de tangência das isoquantas com retas de isocusto, a taxa marginal de substituição entre dois fatôres é igual ao inverso da relação entre os respectivos preços ou ainda que as relações entre as produtividades marginais dos fatôres e seus respectivos preços são iguais. A combinação ótima dos fatôres, que permite obter a máxima produção com um dado custo, é obtida resolvendo-se o sistema formado pelas equações:

$$P_{X_1} . X_1 + P_{X_2} . X_2 = C$$

e

$$\frac{PMa_{X_1}}{P_{X_1}} = \frac{PMa_{X_2}}{P_{X_2}}$$

No Gráfico 3, os pontos $T_1$, $T_2$ e $T_3$ definem os máximos níveis de produção atingíveis com dados custos, ou os custos mínimos para diferentes níveis de produção. A isóclina que une êsses pontos é denominada "curva das proporções ótimas dos fatôres" ou "caminho de expansão" da emprêsa agrícola.

Generalizando-se o critério exposto para o caso de uma função de produção com n variáveis independentes, chega-se à expressão:

$$\frac{PMa_{X_1}}{P_{X_1}} = \frac{PMa_{X_2}}{P_{X_2}} = \ldots = \frac{PMa_{X_n}}{P_{X_n}}$$

Multiplicando-se os numeradores pelo preço do produto, êstes se transformam em valores dos produtos marginais, ou seja:

$$\frac{PMa_{X_1} \cdot P_Y}{P_{X_1}} = \frac{PMa_{X_2} \cdot P_Y}{P_{X_2}} = \ldots = \frac{PMa_{X_n} \cdot P_Y}{P_{X_n}}$$

Observa-se assim que cada unidade monetária despendida deve proporcionar, na margem, o mesmo acréscimo de renda, qualquer que seja o fator considerado. Se o financiamento destinado à produção fôr ilimitado, deve intensificar-se o uso dos fatôres produtivos até o ponto

em que o valor da relação acima seja igual a 1. Se, porém, fôr limitado, dito valor deverá ser maior do que a unidade.

O Modêlo Econométrico

O modêlo econométrico utilizado na presente pesquisa é o sugerido por Cobb-Douglas. Em sua essência, êste modêlo consiste em se ajustarem os valores observados a uma expressão da forma:[26/]

$$Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2} \ldots X_n^{b_n}$$

ou

$$\log Y = \log a + b_1 \log X_1 + b_2 \log X_2 + \ldots + b_n \log X_n$$

onde:

$Y$ = variável dependente

$a$ = constante

$b_1, b_2, \ldots, b_n$ = coeficientes de regressão

$X_1, X_2, \ldots, X_n$ = variáveis independentes

As principais características da função Cobb-Douglas são:

a. Os expoentes ($b_i$) da equação, isto é, os coeficientes de regressão da equação na forma logarítmica, representam as elasticidades

26/ Uma exposição detalhada dêste modêlo é encontrada em Heady e Dillon, op. cit., p.p. 16-30 e 228-232.

parciais de produção. Estas são constantes e independentes dos valores atribuídos às variáveis X e Y. Assim, sendo:

$$Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots X_i^{b_i} \dots X_n^{b_n}$$

tem-se

$$\frac{\partial Y}{\partial X_i} = aX_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots b_i X_i^{b_i - 1} \dots X_n^{b_n}$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_i} = b_i \frac{aX_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots X_i^{b_i} \dots X_n^{b_n}}{X_i} = b_i \frac{Y}{X_i}$$

Portanto:

$$E_{X_i} = \frac{\partial Y}{\partial X_i} \cdot \frac{X_i}{Y} = b_i \frac{Y}{X_i} \cdot \frac{X_i}{Y}$$

$$E_{X_i} = b_i$$

b. Os rendimentos a escala são dados pela soma dos expoentes.

Considerando-se a função de produção com duas variáveis dependentes, tem-se:

$$Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2}$$

Multiplicando-se os valores das variáveis por uma constante,

$$a(X_1 \lambda)^{b_1} (X_2 \lambda)^{b_2} = aX_1^{b_1} \lambda^{b_1} X_2^{b_2} \lambda^{b_2} =$$

$$= \lambda^{b_1 + b_2} aX_1^{b_1} X_2^{b_2} = \lambda^{b_1 + b_2} Y$$

Verifica-se que a função fica multiplicada por $\lambda^{b_1 + b_2}$, o que significa que se trata de uma função homogênea de grau $b_1 + b_2$. Do ponto de vista econômico, se $b_1 + b_2 > 1$, ao se multiplicarem as quantidades dos fatôres por uma constante, a produção aumenta mais do que proporcionalmente, havendo portanto rendimentos crescentes a escala; se $b_1 + b_2 < 1$, a produção aumenta menos do que proporcionalmente e os rendimentos serão decrescentes a escala; finalmente, se $b_1 + b_2 = 1$, a produção aumenta proporcionalmente e os rendimentos serão constantes a escala. Conclui-se, assim, que a natureza dos rendimentos a escala pode ser obtida pela soma dos coeficientes de regressão.

c. O valor do produto marginal de um fator ou a sua produtividade-receita-marginal é obtido multiplicando-se o valor do produto médio pelo coeficiente de elasticidade. Assim, para uma produção expressa pela função

$$Y = aX^b$$

temos:

$$PMa_X = \frac{dY}{dX} = b\, aX^{b-1} = \frac{b\, aX^b}{X} = b\, \frac{Y}{X} = b\, PMe_X$$

Para se obter o valor do produto marginal, basta multiplicar o $PMa_X$ pelo preço do produto ($P_Y$), isto é

$$VPMa_X = b\ PMe_X\ P_Y$$

A produtividade marginal do fator X pode ser crescente, decrescente ou constante, conforme o valor de b seja maior do que 1, menor do que 1 ou igual a 1, porém, sem que possa corresponder simultaneamente a mais do que um dêsses tipos, pois o valor de b é constante para cada caso.

d. As curvas de isoproduto são assintóticas aos eixos coordenados. Considerando a função de produção $Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2}$, a cada valor constante do produto corresponde uma isoquanta, cuja equação é:

$$X_1 = \left(\frac{Y_1}{a\ X_2^{b_2}}\right)^{\frac{1}{b_1}} \quad \text{ou} \quad X_2 = \left(\frac{Y_1}{a\ X_1^{b_1}}\right)^{\frac{1}{b_2}}$$

em que $Y_1$ é um determinado valor atribuído a Y.

e. Na função $Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2}$, a taxa marginal de substituição de $X_1$ por $X_2$, é dada pela razão entre as respectivas produtividades marginais, isto é:

$$TMS_{X_1X_2} = -\frac{\frac{\partial Y}{\partial X_1}}{\frac{\partial Y}{\partial X_2}} = -\frac{b_1 \frac{Y}{X_1}}{b_2 \frac{Y}{X_2}} = -\frac{b_1}{b_2} \cdot \frac{X_2}{X_1}$$

Verifica-se que a taxa marginal de substituição é uma função linear da proporção em que os fatôres $X_1$ e $X_2$ se combinam, isto é, se $X_1$ e $X_2$ variam na mesma proporção, a $TMS_{X_1X_2}$ não variará.

f. Como ao longo de uma isóclina a $TMS_{X_1X_2}$ é constante, a equação de uma isóclina será:

$$TMS_{X_1X_2} = - \frac{b_1}{b_2} \cdot \frac{X_2}{X_1} = - k$$

de que resulta

$$X_1 = \frac{b_1}{b_2 k} \cdot X_2$$

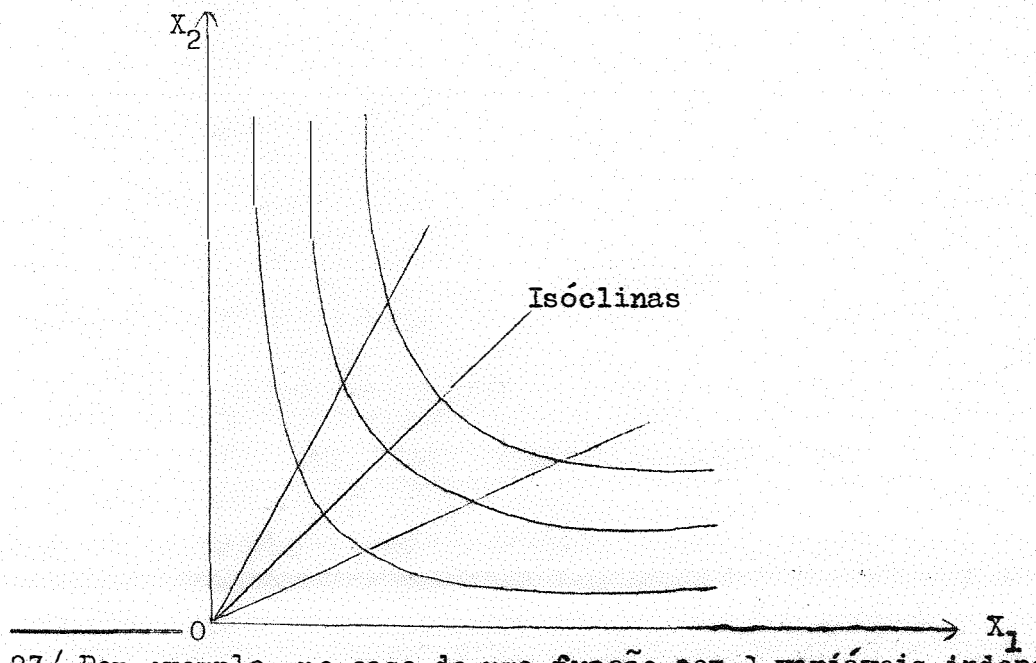
A expressão acima permite concluir que as isóclinas, no modêlo Cobb-Douglas, são retas do tipo Y = a X, isto é, retas que passam pela origem das coordenadas (Gráfico 4), coincidindo, portanto, com as linhas de escala, onde os insumos se combinam segundo uma proporção fixa. Dessa forma, na função Cobb-Douglas a combinação ótima dos fatôres produtivos mantem uma proporção constante, independente do nível de produção.

A função de Cobb-Douglas tem sido muito utilizada em estudos econométricos do setor agrícola devido às inúmeras vantagens que apresenta em relação a outros modêlos econométricos.

As principais vantagens da função de Cobb-Douglas são: (a) quando expressa sob forma logarítmica, é uma equação de regressão

linear múltipla, o que facilita a determinação de seus coeficientes; (b) as elasticidades de produção dos insumos, sendo independentes das quantidades de Y e de $X_i$, podem ser diretamente comparáveis entre si; (c) é uma função homogênea, e a natureza dos rendimentos a escala é fàcilmente determinada pela soma dos coeficientes de regressão; (d) a determinação das produtividades marginais dos fatôres também é muito simples, pois basta efetuar o produto do respectivo coeficiente de elasticidade pela produtividade média do fator; (e) como os parâmetros a estimar na função Cobb-Douglas são em pequeno número quando comparados com outros modêlos, tem-se um maior número de graus de liberdade nos testes estatísticos.27/

Gráfico 4. Função Cobb-Douglas: Isoquantas e Isóclinas.




27/ Por exemplo, no caso de uma função com 3 variáveis independentes, no modêlo Cobb-Douglas é necessário estimar 4 parâmetros, enquanto para uma função quadrática seriam necessários 10 parâmetros.

Ao lado das vantagens anteriormente enumeradas, a função de Cobb-Douglas apresenta, porém, alguns inconvenientes, como por exemplo: (a) o fato de as elasticidades de produção parcial e total serem constantes impossibilita explicar simultaneamente os diferentes estágios da produção; (b) as isoquantas são assintóticas aos eixos coordenados, o que não é real, pois a partir de certo ponto a produtividade marginal dos fatôres se anula ou até se torna negativa; (c) sendo as isóclinas retas que passam pela origem dos eixos, a proporção ótima em que dois fatôres devem ser combinados é constante, o que nem sempre acontece.

Ajustamento da Função

A função de Cobb-Douglas ajustada nesta pesquisa é uma equação de regressão linear múltipla da forma:

$$\log Y = \log a + b_1 \log X_1 + b_2 \log X_2 + b_3 \log X_3 + b_4 \log X_4 + b_5 \log X_5 + b_6 \log X_6 + b_7 \log X_7 + b_8 \log X_8$$

onde:

$Y$ = Valor da Produção Total

$X_1$ = Terra com Cultura

$X_2$ = Terra em Pastagem

$X_3$ = Trabalho

$X_4$ = Capital na forma de Benfeitorias

$X_5$ = Capital na forma de Equipamento

$X_6$ = Capital na forma de Animais Produtivos

$X_7$ = Capital na forma de Animais de Trabalho

$X_8$ = Despesas de Custeio.

Para estimar os coeficientes de regressão utiliza-se o método dos mínimos quadrados. Em sua essência, êste método visa a calcular os valores dos coeficientes de regressão que tornam mínimo o somatório dos quadrados dos desvios entre os valores observados para a variável dependente e os correspondentes valores estimados através da equação de regressão.

A fim de se avaliar a proficiência da equação de regressão para explicar as variações ocorridas na variável dependente, calcula-se o coeficiente de determinação múltipla ($R^2$), que é igual ao quadrado do coeficiente de correlação múltipla. Para testar a significância da regressão obtida, utiliza-se a análise de variância, dividindo-se a variância total da variável dependente em duas parcelas, uma correspondente à variância explicada pela equação de regressão e outra igual ao quadrado médio dos erros de avaliação. A razão entre estas duas parcelas segue a distribuição de "F", de Snedecor. O teste consiste então em se verificar qual a probabilidade de ocorrer a hipótese nula, isto é, de que o coeficiente de correlação múltipla seja igual a zero. Se o valor calculado de F fôr superior ao valor tabelado de F para um nível de probabilidade superior a 5%, com V e N - (V + 1) graus de liberdade (sendo V = número de variáveis independentes e N = número de

observações) é rejeitada a hipótese nula e a regressão é considerada significativa.

A significância estatística dos coeficientes de regressão, isto é, se os coeficientes diferem significativamente de zero, é determinada pelo teste "t" de Student com N - (V + 1) graus de liberdade.

A fim de se obter uma equação de regressão que melhor se adapte à lógica do processo produtivo, são testadas experimentalmente várias equações alternativas. Os critérios a serem utilizados na seleção da equação de regressão são os seguintes: (a) que haja coerência dos sinais dos coeficientes de regressão com os princípios econômicos; (b) que os coeficientes de regressão sejam, em sua maioria, significativamente diferentes de zero a um nível de probabilidade superior a 10%; (c) que o valor do coeficiente de determinação múltipla seja relativamente alto; (d) que os valores dos coeficientes de correlação parcial entre as variáveis independentes não sejam relativamente altos.

Na função de produção selecionada segundo êsses critérios, serão a seguir calculados a natureza dos rendimentos a escala, os valores dos produtos marginais dos insumos, as taxas marginais de substituição e as quantidades ótimas a serem empregadas dos recursos produtivos visando a maximizar a renda líquida dos produtores.

Definição das Variáveis

Valor da Produção Total (Y)

Esta variável representa o valor total da produção obtida no ano agrícola 1965/66. Ela inclui o valor dos produtos agrícolas e pecuários vendidos, consumidos e/ou em estoque. O valor dos produtos consumidos e em estoque foi estimado utilizando como preço aquêle pelo qual o agricultor vendeu parte dessa produção. Se, porém, em determinada propriedade, nenhuma parcela dêsse produto foi vendida, o preço usado na avaliação foi o obtido pela média aritmética dos preços alcançados por êsse produto pelas propriedades da amostra. Esta variável é expressa em NCr$.

Terra com Cultura ($X_1$)

Esta variável é definida pelo número de hectares utilizados com culturas permanentes e/ou anuais no ano agrícola de 1965/66.

Terra em Pastagem ($X_2$)

O número de hectares utilizados para pastagem no ano agrícola em estudo define esta variável.

Trabalho ($X_3$)

Esta variável inclui o trabalho do proprietário e de sua família e o trabalho assalariado, utilizados na produção agrícola no ano em estudo. É expressa em dias-homens.

Capital na forma de Benfeitorias ($X_4$)

Esta variável procura representar a participação efetiva do capital na forma de benfeitorias na produção total do ano agrícola 1965/66. Seu valor foi estimado em 5% do valor total de reposição, ao fim de 20 anos, das benfeitorias existentes na amostra, admitindo-se, pois, que êsse é o período de vida útil provável desta forma de capital. Esta variável é expressa em NCr$.

Capital na forma de Equipamento ($X_5$)

Esta variável procura representar a participação efetiva do capital na forma de equipamento na produção total do ano agrícola em estudo. Seu valor foi estimado em 10% do valor total de reposição, ao fim de 10 anos, das máquinas, implementos e veículos existentes na amostra, admitindo-se, pois, que êsse é o período de vida útil provável desta forma de capital. Esta variável é expressa em NCr$.

Capital na forma de Animais Produtivos ($X_6$)

Esta variável, medida em NCr$, representa a média aritmética dos valores dos inventários de animais produtivos no início e no fim do ano agrícola 1965/66.

Capital na forma de Animais de Trabalho ($X_7$)

Esta variável procura representar a participação efetiva do capital na forma de animais de trabalho na produção total do ano agrícola 1965/66. Seu valor foi estimado em 10% do valor total de reposição, ao fim de 10 anos, dos animais de trabalho existentes na amostra, admitindo-se, pois, que êsse é o período de vida útil provável desta forma de capital. Esta variável é expressa em NCr$.

Despesas de Custeio ($X_8$)

Esta variável inclui gastos com sementes, mudas, adubos, inseticidas, fungicidas, medicamentos, rações, combustíveis e lubrificantes, aluguel de máquinas e pequenos reparos. É expressa em NCr$.

# C A P Í T U L O  IV

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Sete modêlos alternativos foram testados, separadamente, para Itapetininga, para Guareí e para os dois municípios em conjunto. Êsses modêlos alternativos são apresentados, respectivamente, nos Apêndices 3, 4 e 5. À luz dos critérios de natureza econométrica citados no capítulo anterior, foram selecionados três modêlos estruturais, que são a seguir apresentados e discutidos.[28/]

### Modêlo Selecionado para Itapetininga

A função de produção selecionada para Itapetininga foi a correspondente ao modêlo VI apresentado no Apêndice 3. Êsse modêlo é

28/ Ver p. 48.

constituido pelas seguintes variáveis independentes: terra com cultura ($X_1$), terra em pastagem ($X_2$), trabalho ($X_3$), capital na forma de animais produtivos ($X_6$), capital na forma de animais de trabalho ($X_7$) e despesas de custeio ($X_8$). Aproximadamente 65% das variações no valor da produção total podem ser explicados por essas variáveis. A Tabela 4 apresenta os valores dos coeficientes de regressão ou das elasticidades parciais de produção e outras características importantes dêsse modêlo.

A análise de variância da regressão múltipla demonstrou que o coeficiente de correlação múltipla (R = 0,8014) é diferente de zero ao nível de 1% de probabilidade, sendo, portanto, rejeitada a hipótese nula (R = 0) e a regressão considerada significativa.

Os valores obtidos para o teste "t" demonstram que os coeficientes de regressão das variáveis terra com cultura ($b_1$), capital na forma de animais produtivos ($b_6$) e despesas de custeio ($b_8$) são estatìsticamente significativos ao nível de 1% de probabilidade, enquanto o coeficiente de regressão da variável capital na forma de animais de trabalho ($b_7$), é significativo ao nível de 20% de probabilidade. Embora os coeficientes de regressão das variáveis terra em pastagem ($b_2$) e trabalho ($b_3$) sòmente sejam significativos a níveis de probabilidade muito baixos (respectivamente 50% e 90%) essas variáveis são mantidas no modêlo, devido a importância que têm no processo produtivo. Segundo Heady e Dillon, por exemplo, em tais casos não é recomendável a exclusão de variáveis associadas a coeficientes não significativos, visto que, por sua própria natureza, um teste de significância

Tabela 4. Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| Variáveis Independentes | Coeficientes de Regressão ($b_i$) | Valor de "t" |
|---|---|---|
| Terra com Cultura ($X_1$), em hectares | 0,097** | 3,124 |
| Terra em Pastagem ($X_2$), em hectares | -0,043 | 0,683 |
| Trabalho ($X_3$), em dias-homens | 0,025 | 0,192 |
| Capital na Forma de Animais Produtivos ($X_6$), em NCr$ | 0,392** | 4,257 |
| Capital na Forma de Animais de Trabalho ($X_7$), em NCr$ | 0,131* | 1,517 |
| Despesas de Custeio ($X_8$), em NCr$ | 0,263** | 3,691 |

Constante: a = 14,905

Elasticidade Total de Produção: $\Sigma b_i$ = 0,865

Coeficiente de Correlação Múltipla: R = 0,8014

Coeficiente de Determinação: $R^2$ = 0,6422

Valor de "F" = 20,941**

** Indica significância ao nível de 1%

* Indica significância ao nível de 20%

mede ùnicamente a fôrça com que é rejeitada a pior hipótese.[29]

Como se pode deduzir da simples inspeção da Tabela 5, onde são apresentados os coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes, não existe o problema de multicolinearidade entre as variáveis incluidas no modêlo selecionado.

Tabela 5. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Incluidas no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| | log $X_1$ | log $X_2$ | log $X_3$ | log $X_6$ | log $X_7$ | log $X_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| log $X_1$ | 1,00 | 0,12 | 0,27 | 0,01 | 0,01 | 0,28 |
| log $X_2$ | | 1,00 | 0,11 | 0,54 | 0,66 | 0,14 |
| log $X_3$ | | | 1,00 | 0,07 | 0,20 | 0,31 |
| log $X_6$ | | | | 1,00 | 0,37 | 0,53 |
| log $X_7$ | | | | | 1,00 | 0,09 |
| log $X_8$ | | | | | | 1,00 |

Os valores dos coeficientes de elasticidade parcial de produção indicam que, com exceção da variável terra em pastagem ($X_2$), que

29/ E. O. Heady e J.L.Dillon, op. cit. p. 211.

se encontra no estágio III, todos os fatôres produtivos estão sendo utilizados no estágio racional de produção.

A análise dos valores estimados para êsses coeficientes permite concluir que, em condições "coeteris paribus", um acréscimo de 10% no uso do insumo capital na forma de animais produtivos resultaria em um aumento de 3,9% no valor da produção; um incremento de 10% nas despesas de custeio determinaria um aumento de 2,6% no valor da produção; um aumento de 10% no capital na forma de animais de trabalho resultaria em um acréscimo de 1,3% no valor da produção; um incremento de 10% na área com culturas determinaria um aumento de 1% no valor da produção; um acréscimo de 10% no uso do fator trabalho resultaria em um aumento de 0,2% no valor da produção; e, finalmente, uma redução de 10% na área utilizada com pastagens aumentaria o valor da produção em 0,4%.

O somatório dos coeficientes de elasticidade parcial ($\Sigma b_i$ = = 0,865) indica rendimentos decrescentes a escala. Isto significa que não seria recomendável a adoção de medidas de política agrícola que favorecessem e/ou estimulassem inversões simultâneas e na mesma proporção nos fatôres considerados, pois o acréscimo a ser obtido no valor da produção seria menos que proporcional aos acréscimos nas quantidades empregadas dos fatôres de produção. Entretanto, ao se testar a significância da diferença entre o valor estimado para a elasticidade total (0,865) e a unidade, não foi rejeitada a hipótese de que $\Sigma b_i = 1$.[30/]

---

30/ Ver Apêndice 9.

Por esta razão, decidiu-se considerar que a diferença observada é de natureza aleatória, e, portanto, que os rendimentos são constantes a escala.

A Tabela 6 apresenta os valores dos produtos médios e marginais, assim como as relações entre os valores dos produtos marginais dos insumos e seus respectivos preços. Os valores dos produtos médios são superiores aos valores dos produtos marginais, o que demonstra que não existem insumos "atuando" no estágio I. O sinal negativo do valor do produto marginal do fator terra em pastagem indica que êste insumo está sendo utilizado no estágio III.

O valor do produto marginal de um insumo representa o aumento no valor da produção total decorrente do uso de uma unidade adicional dêsse insumo, mantendo-se os demais constantes. Para que se possa analisar o nível de uso dos recursos produtivos é necessário relacionar o valor do produto marginal de cada insumo com o seu respectivo preço. Sempre que essa relação fôr maior que a unidade, é aconselhável aumentar a quantidade empregada do fator produtivo. Se a relação $VPMa_{X_i}/P_{X_i}$ fôr menor que a unidade, o fator $X_i$ está sendo empregado em quantidades excessivas.

Os valores da relação $VPMa_{X_i}/P_{X_i}$, apresentados na Tabela 6, permitem concluir que os insumos terra com cultura ($X_1$), capital na forma de animais de trabalho ($X_7$) e despesas de custeio ($X_8$) poderiam ter seu uso incrementado, enquanto terra em pastagem ($X_2$), trabalho ($X_3$),

Tabela 6. Valor do Produto Médio, Valor do Produto Marginal e Relação entre os Valores dos Produtos Marginais e os Preços dos Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| Insumos | Valor do Produto Médio a/ ($VPMe_{X_i}$) | Valor do Produto Marginal a/ ($VPMa_{X_i}$) | Preços dos Insumos b/ ($P_{X_i}$) | $VPMa_{X_i}/P_{X_i}$ |
|---|---|---|---|---|
| Terra com Cultura (NCr$/ha) | 585,59 | 56,80 | 36,00 | 1,58 |
| Terra em Pastagem (NCr$/ha) | 69,73 | - 3,00 | 36,00 | -0,08 |
| Trabalho (NCr$/dias-homens) | 2,44 | 0,06 | 2,00 | 0,03 |
| Capital na Forma de Animais Produtivos (NCr$/NCr$) | 1,29 | 0,51 | 1,12 | 0,45 |
| Capital na Forma de Animais de Trabalho (NCr$/NCr$) | 74,62 | 9,77 | 1,12 | 8,72 |
| Despesas de Custeio (NCr$/NCr$) | 7,00 | 1,84 | 1,18 | 1,56 |

a/ Para o cálculo dos valores dos produtos médio e marginal, utilizaram-se as médias geométricas dos valores observados na amostra.

b/ A determinação dos preços dos insumos é apresentada no Apêndice 10.

e capital na forma de animais produtivos ($X_6$) deveriam ser utilizados com menor intensidade. Se, portanto, se fizerem tais ajustamentos, os fatôres produtivos cujo uso seja aumentado terão sua produtividade marginal diminuida, enquanto o inverso ocorrerá com os fatôres que tenham seu uso reduzido. O nível ótimo poderá, então, ser obtido quando as relações respectivas entre os valores dos produtos marginais dos insumos e seus respectivos preços forem iguais.

A combinação ótima entre os recursos produtivos, ou seja, as quantidades de insumos que se deveriam empregar visando a maximizar a renda líquida dos agricultores, não pode ser determinada nesta pesquisa. Isto porque o fator produtivo terra em pastagem ($X_2$) está sendo utilizado no estágio III da produção. O fato de as elasticidades de produção serem constantes no modêlo Cobb-Douglas, impossibilita a explicação simultânea do uso de fatôres que se encontram em diferentes estágios.

Mantendo inalterado o volume de produção, o acréscimo (ou decréscimo) na quantidade empregada de um fator que deve corresponder ao decréscimo (ou acréscimo) na quantidade empregada de outro fator é indicado pela taxa marginal de substituição entre êsses fatôres. A Tabela 7 apresenta as taxas marginais de substituição entre os insumos incluidos no modêlo selecionado. Para um dado volume de produção constante, a combinação de dois fatôres produtivos que proporciona o mínimo custo é obtida quando a taxa marginal de substituição entre êsses

fatôres ($TMS_{X_iX_j}$) fôr igual ao inverso da relação entre os respectivos preços ($P_{X_j}/P_{X_i}$).

Tabela 7. Taxa Marginal de Substituição entre os Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $X_1$ | 1,00 | - 0,05 | 0,00 | 0,01 | 0,17 | 0,03 |
| $X_2$ | -18,93 | 1,00 | -0,02 | -0,17 | -3,26 | -0,61 |
| $X_3$ | 946,67 | -50,00 | 1,00 | 8,50 | 162,83 | 30,67 |
| $X_6$ | 111,37 | - 5,88 | 0,12 | 1,00 | 19,16 | 3,61 |
| $X_7$ | 5,81 | - 0,31 | 0,01 | 0,05 | 1,00 | 0,19 |
| $X_8$ | 30,87 | - 1,63 | 0,03 | 0,28 | 5,31 | 1,00 |

A Tabela 8 apresenta as relações entre os preços dos insumos incluidos nos modêlos selecionados tanto para Itapetininga como para Guareí. Comparando-se os valores apresentados nas tabelas 7 e 8, sempre que $TMS_{X_iX_j} > P_{X_j}/P_{X_i}$ seria recomendável substituir $X_i$ por $X_j$, visando a obter a combinação de custo mínimo entre êstes insumos para um dado valor da produção. Assim, por exemplo, quando o valor da produção fosse igual à média geométrica dos valores observados na amostra (NCr$ 2.682,00) seria conveniente substituir o fator terra com cultura

($X_1$) por uma quantidade adicional de capital na forma de animais produtivos ($X_6$), porém, seria desaconselhável a substituição do insumo trabalho ($X_3$) pelo insumo capital na forma de animais de trabalho ($X_7$).

Tabela 8. Relações entre os Preços dos Insumos Incluidos nos Modêlos Selecionados nas Estimativas de Funções de Produção para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| | $P_{X_1}$ | $P_{X_2}$ | $P_{X_3}$ | $P_{X_6}$ | $P_{X_7}$ | $P_{X_8}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_{X_1}$ | 1,00 | 1,00 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| $P_{X_2}$ | 1,00 | 1,00 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| $P_{X_3}$ | 18,00 | 2,00 | 1,00 | 0,56 | 0,56 | 0,59 |
| $P_{X_6}$ | 32,14 | 32,14 | 1,79 | 1,00 | 1,00 | 1,05 |
| $P_{X_7}$ | 32,14 | 32,14 | 1,79 | 1,00 | 1,00 | 1,05 |
| $P_{X_8}$ | 30,50 | 30,50 | 1,69 | 0,95 | 0,95 | 1,00 |

Modêlo Selecionado para Guareí

O modêlo selecionado para Guareí é análogo ao de Itapetininga, incluindo as seguintes variáveis independentes: terra com cultura ($X_1$), terra em pastagem ($X_2$), trabalho ($X_3$), capital na forma de animais produtivos ($X_6$), capital na forma de animais de trabalho ($X_7$) e

despesas de custeio ($X_8$). Cêrca de 80% das variações no valor da produção total podem ser explicados por essas variáveis. Como no modêlo selecionado para o município de Itapetininga, a regressão múltipla é significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Relativamente à análise estatística dos coeficientes de regressão ($b_i$), é de assinalar-se o fato de que no modêlo selecionado para Guareí quase todos os coeficientes são significativos a níveis de probabilidade superiores a 10%. Apenas o coeficiente relativo à variável capital na forma de animais de trabalho ($X_7$) não se mostrou importante para determinar variações na renda bruta dos agricultores; êsse coeficiente só é estatìsticamente significante ao nível de 30 a 40%.[31/] A Tabela 9 apresenta as principais características do modêlo selecionado.

As relações estruturais apresentadas entre as variáveis, dependente e independentes, são, de um modo geral, semelhantes em Guareí e Itapetininga. Isto pode ser observado da comparação entre os valores e entre os sinais dos respectivos coeficientes de regressão. Todavia, deve ser sublinhado o fato de que, enquanto em Itapetininga o fator trabalho apresenta um coeficiente de elasticidade de produção bastante próximo de zero, em Guareí tal coeficiente é igual a 0,329 e estatìsticamente significante ao nível de 5% de probabilidade. Eventualmente,

---

31/ As razões que justificam a permanência dessa variável são as mesmas apresentadas para os casos das variáveis terra em pastagem e trabalho no modêlo selecionado para Itapetininga. Ver p.53 e p.55.

Tabela 9. Modêlo Selecionado na Estimativa de Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| Variáveis Independentes | Coeficientes de Regressão ($b_i$) | Valor de "t" |
|---|---|---|
| Terra com Cultura ($X_1$), em hectares | 0,084** | 2,196 |
| Terra em Pastagem ($X_2$), em hectares | -0,097* | 1,772 |
| Trabalho ($X_3$), em dias-homens | 0,329** | 2,230 |
| Capital na Forma de Animais Produtivos ($X_6$), em NCr$ | 0,245* | 1,927 |
| Capital na Forma de Animais de Trabalho ($X_7$), em NCr$ | 0,126 | 0,992 |
| Despesas de Custeio ($X_8$), em NCr$ | 0,377*** | 3,457 |

Constante: a = 2,862

Elasticidade Total de Produção: $\Sigma b_i$ = 1,064

Coeficiente de Correlação Múltipla: R = 0,8895

Coeficiente de Determinação: $R^2$ = 0,7912

Valor de "F" = 29,692***

*** Indica significância ao nível de 1%

** Indica significância ao nível de 5%

* Indica significância ao nível de 10%

pois, esta evidência poderá ser de maior relevância para a formulação de políticas de desenvolvimento agrícola nessa região do Estado.

A Tabela 10 apresenta os coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes incluidas no modêlo. De sua análise verifica-se que as variáveis capital na forma de animais produtivos ($X_6$) e despesas de custeio ($X_8$) apresentam um coeficiente de correlação simples relativamente alto. Considerando, porém, a importância dessas variáveis na produção e a significância estatística dos seus respectivos coeficientes de regressão, as duas variáveis são mantidas no modêlo.[32/] Tal procedimento, inclusive, possibilitará comparações entre as funções de produção analisadas nesta pesquisa.

Como se sugeriu anteriormente, os resultados obtidos em Guareí indicam que, exceção feita à terra em pastagem ($X_2$), os demais fatôres produtivos estão sendo utilizados no estágio racional da produção. Os valores das elasticidades parciais de produção permitem concluir que, em condições "coeteris paribus", acréscimos da ordem de 10% na quantidade empregada dos fatôres despesas de custeio ($X_8$), trabalho ($X_3$), capital na forma de animais produtivos ($X_6$), capital na forma de animais de trabalho ($X_7$) e terra com cultura ($X_1$) resultariam, respectivamente, em aumentos de 3,8%, 3,3%, 2,4%, 1,3% e 0,8% no valor da produção total. Em contrapartida, uma redução da mesma ordem na quantidade utilizada de terra em pastagem ($X_2$) determinaria um aumento de 1% no valor da produção desde que, como nos casos anteriores, fôssem mantidos constantes

---

32/ Ver E.O.Heady e J.L.Dillon, op.cit.p.136; e N.A.Barroso, op.cit. p. 24.

Tabela 10. Coeficientes de Correlação entre as Variáveis Independentes Incluidas no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| | $\log X_1$ | $\log X_2$ | $\log X_3$ | $\log X_6$ | $\log X_7$ | $\log X_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\log X_1$ | 1,00 | 0,26 | 0,51 | 0,35 | 0,39 | 0,28 |
| $\log X_2$ | | 1,00 | 0,47 | 0,71 | 0,49 | 0,69 |
| $\log X_3$ | | | 1,00 | 0,50 | 0,45 | 0,39 |
| $\log X_6$ | | | | 1,00 | 0,56 | 0,82 |
| $\log X_7$ | | | | | 1,00 | 0,61 |
| $\log X_8$ | | | | | | 1,00 |

os demais fatôres produtivos.

A elasticidade total de produção, igual a 1,064, indica rendimentos crescentes a escala. Contràriamente ao observado em Itapetininga, seria recomendável - à primeira vista - a ampliação da escala de operações das propriedades agrícolas do município de Guareí. Entretanto, a análise estatística da diferença entre o valor supra-mencionado e a unidade indica não ser a mesma estatìsticamente significante.[33/] Assim sendo, decidiu-se optar por rendimentos constantes a escala. Aliás, isto permite ainda a conclusão de que, nos dois modêlos, as elasticidades totais da produção são da mesma natureza.

33/ Ver Apêndice 9.

Os valores dos produtos médios e dos produtos marginais e as relações entre os valores dos produtos marginais dos insumos e seus respectivos preços são apresentados na Tabela 11. Da análise das relações $VPMa_{X_i}/P_{X_i}$, conclui-se que apenas os insumos capital na forma de animais de trabalho ($X_7$) e despesas de custeio ($X_8$) deveriam ser empregados em maiores quantidades. Visando à maximização de sua receita líquida, os agricultores deveriam ainda reduzir o uso dos fatôres produtivos terra com cultura ($X_1$), terra em pastagem ($X_2$), trabalho ($X_3$) e capital na forma de animais produtivos ($X_6$). De forma análoga a Itapetininga, repete-se em Guareí o fato de que os insumos são utilizados em diferentes estágios da produção, o que, conforme exposto anteriormente, impede a determinação da combinação ótima dos recursos.

Na Tabela 12, são apresentadas as taxas marginais de substituição entre os insumos, visando a sua comparação com as relações de preços já apresentados na Tabela 8. Dessa comparação, por exemplo, verifica-se que, quando o valor da produção é igual à média geométrica dos valores observados na amostra (NCr$ 4.056,00), seria recomendável substituir capital na forma de animais de trabalho ($X_7$) por capital na forma de animais produtivos ($X_6$). Por outro lado, seria desaconselhável a substituição de trabalho ($X_3$) por despesas de custeio ($X_8$). Se assim procedessem os agricultores de Guareí estariam minimizando o custo de produção relativo à utilização dêsses fatôres. O mesmo raciocínio estende-se para outras combinações de insumos.

Tabela 11. Valor do Produto Médio, Valor do Produto Marginal e Relação entre os Valores dos Produtos Marginais e os Preços dos Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| Insumos | Valor do Produto Médio a/ ($VPMe_{X_i}$) | Valor do Produto Marginal a/ ($VPMa_{X_i}$) | Preço dos Insumos b/ ($P_{X_i}$) | $VPMa_{X_i}/P_{X_i}$ |
|---|---|---|---|---|
| Terra com Cultura (NCr$/ha) | 343,15 | 28,82 | 36,00 | 0,80 |
| Terra em Pastagem (NCr$/ha) | 86,89 | - 8,43 | 36,00 | -0,23 |
| Trabalho (NCr$/dias-homens) | 2,35 | 0,77 | 2,00 | 0,38 |
| Capital na Forma de Animais Produtivos (NCr$/NCr$) | 0,84 | 0,21 | 1,12 | 0,19 |
| Capital na Forma de Animais de Trabalho (NCr$/NCr$) | 52,52 | 6,62 | 1,12 | 5,91 |
| Despesas de Custeio (NCr$/NCr$) | 8,12 | 3,06 | 1,18 | 2,59 |

a/ Para o cálculo dos valores dos produtos médio e marginal, utilizaram-se as médias geométricas dos valores observados na amostra.

b/ A determinação dos preços dos insumos é apresentada no Apêndice 10.

Tabela 12. Taxa Marginal de Substituição entre os Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $X_1$ | 1,00 | - 0,29 | 0,03 | 0,01 | 0,23 | 0,11 |
| $X_2$ | - 3,42 | 1,00 | - 0,09 | - 0,02 | - 0,78 | - 0,36 |
| $X_3$ | 37,43 | -10,95 | 1,00 | 0,27 | 8,60 | 3,97 |
| $X_6$ | 137,24 | -40,14 | 3,67 | 1,00 | 31,52 | 14,57 |
| $X_7$ | 4,35 | - 1,27 | 0,12 | 0,03 | 1,00 | 0,46 |
| $X_8$ | 9,42 | - 2,75 | 0,25 | 0,07 | 2,16 | 1,00 |

Modêlo Selecionado para a Função de Produção Agregada.

A função de produção selecionada para o agregado constituido pelos municípios de Itapetininga e Guareí corresponde ao Modêlo VI do Apêndice 5. Êste modêlo é constituido pelas mesmas variáveis independentes incluidas nos modêlos anteriormente analisados, isto é, terra com cultura ($X_1$), terra em pastagem ($X_2$), trabalho ($X_3$), capital na forma de animais produtivos ($X_6$), capital na forma de animais de trabalho ($X_7$) e despesas de custeio ($X_8$). O valor do coeficiente de determinação

múltipla indica que aproximadamente 69% das variações no valor da produção total podem ser explicados pelas variáveis incluidas no modêlo. Os valores dos coeficientes de regressão e outras características do modêlo são apresentados na Tabela 13.

A análise de variância da regressão múltipla demonstrou ser a mesma significativa a um nível de 1% de probabilidade. Por sua vez, os resultados do teste "t", revelaram que os coeficientes de regressão das variáveis terra com cultura ($b_1$), capital na forma de animais produtivos ($b_6$) e despesas de custeio ($b_8$) são estatìsticamente significantes ao nível de 1% de probabilidade, enquanto o coeficiente da variável capital na forma de animais de trabalho ($b_7$) é significativo ao nível de 5%. As variáveis, terra em pastagem e trabalho, cujos coeficientes de regressão são significativos sòmente aos níveis de 40% e 50%, foram mantidas no modêlo pelas razões expostas na análise referente a Itapetininga e a Guareí.

Os coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes são apresentados na Tabela 14. Os valores dêsses coeficientes sugerem não existir problema de multicolinearidade entre essas variáveis. Aliás, isto pode ser considerado um aspecto bastante positivo da função agregada.

Como esperado, obteve-se sinal negativo para o coeficiente de elasticidade parcial do fator terra em pastagem, que vem sendo utilizado no estágio III da produção. Os demais fatôres produtivos tiveram

Tabela 13. Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| Variáveis Independentes | Coeficientes de Regressão ($b_i$) | Valor de "t" |
|---|---|---|
| Terra com Cultura ($X_1$), em hectares | 0,093** | 3,963 |
| Terra em Pastagem ($X_2$), em hectares | -0,039 | 0,950 |
| Trabalho ($X_3$), em dias-homens | 0,051 | 0,561 |
| Capital na Forma de Animais Produtivos ($X_6$), em NCr$ | 0,355** | 5,388 |
| Capital na Forma de Animais de Trabalho ($X_7$), em NCr$ | 0,121* | 1,933 |
| Despesas de Custeio ($X_8$), em NCr$ | 0,277** | 5,303 |

Constante: a = 17,079

Elasticidade Total de Produção: $\Sigma b_i$ = 0,858

Coeficiente de Correlação Múltipla: R = 0,8279

Coeficiente de Determinação: $R^2$ = 0,6855

Valor de "F" = 45,048**

** Indica significância ao nível de 1%

* Indica significância ao nível de 5%

coeficientes positivos e menores que a unidade. É que êles estão sendo empregados no estágio racional de produção. Vale acrescentar, porém, que o maior número de observações relativas ao município de Itapetininga exerce forte influência nos valores estimados para a função agregada. Tal influência pode ser constatada, por exemplo, nos valores das elasticidades parciais e totais dos dois modêlos.[34]

Tabela 14. Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Incluidas no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| | $\log X_1$ | $\log X_2$ | $\log X_3$ | $\log X_6$ | $\log X_7$ | $\log X_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\log X_1$ | 1,00 | 0,01 | 0,36 | 0,14 | 0,12 | 0,29 |
| $\log X_2$ | | 1,00 | 0,22 | 0,58 | 0,59 | 0,32 |
| $\log X_3$ | | | 1,00 | 0,27 | 0,31 | 0,34 |
| $\log X_6$ | | | | 1,00 | 0,46 | 0,62 |
| $\log X_7$ | | | | | 1,00 | 0,22 |
| $\log X_8$ | | | | | | 1,00 |

34/ Como nos modêlos anteriores, a diferença entre o valor estimado para a elasticidade total de produção ($\Sigma b_i = 0,858$) e a unidade não é estatìsticamente significativo. Ver Apêndice 9.

A Tabela 15 apresenta os valores dos produtos médios e marginais, assim como as relações entre os valores dos produtos marginais dos insumos e seus respectivos preços. A análise das relações $VPMa_{X_i}/P_{X_i}$ permite concluir que os insumos capital na forma de animais de trabalho ($X_7$), despesas de custeio ($X_8$) e terra com cultura ($X_1$) poderiam ter seu uso aumentado, enquanto os demais deveriam ser utilizados com menor intensidade. Idênticos reajustamentos na distribuição dos meios de produção foram recomendados para o município de Itapetininga.

As taxas marginais de substituição entre os fatôres produtivos incluidos no modêlo agregado são apresentados na Tabela 16. A conveniência ou não da substituição de um insumo por outro pode ser determinada da análise conjunta das taxas marginais de substituição e das relações entre os preços dos insumos apresentadas na Tabela 8. Assim, por exemplo, seria recomendável a substituição de terra com cultura ($X_1$) por capital na forma de animais produtivos ($X_6$). Não seria aconselhável, porém, a substituição do trabalho ($X_3$) por capital na forma de animais de trabalho ($X_7$). Em ambos os casos, tais reajustamentos viriam ao encontro da condição de custo mínimo quando a renda bruta dos agricultores fôsse igual a NCr$ 3.179,00, isto é, o valor correspondente à média geométrica dos valores observados na amostra global ou agregada.

Tabela 15. Valor do Produto Médio, Valor do Produto Marginal e Relação entre os Valores dos Produtos Marginais e os Preços dos Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| Insumos | Valor do Produto Médio a/ ($VPMe_{X_i}$) | Valor do Produto Marginal a/ ($VPMa_{X_i}$) | Preços dos Insumos b/ ($P_{X_i}$) | $VPMa_{X_i}/P_{X_i}$ |
|---|---|---|---|---|
| Terra com Cultura (NCr$/ha) | 469,29 | 43,64 | 36,00 | 1,29 |
| Terra em Pastagem (NCr$/ha) | 76,31 | - 2,98 | 36,00 | - 0,08 |
| Trabalho (NCr$/dias-homens) | 2,41 | 0,12 | 2,00 | 0,06 |
| Capital na Forma de Animais Produtivos (NCr$/NCr$) | 1,08 | 0,38 | 1,12 | 0,34 |
| Capital na Forma de Animais de Trabalho (NCr$/NCr$) | 64,53 | 7,81 | 1,12 | 6,97 |
| Despesas de Custeio (NCr$/NCr$) | 7,44 | 2,06 | 1,18 | 1,74 |

a/ Para o cálculo dos valores dos produtos médio e marginal, utilizaram-se as médias geométricas dos valores observados na amostra.

b/ A determinação dos preços dos insumos é apresentada no Apêndice 10.

Tabela 16. Taxa Marginal de Substituição entre os Insumos Incluidos no Modêlo Selecionado na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $X_1$ | 1,00 | - 0,07 | 0,00 | 0,01 | 0,18 | 0,05 |
| $X_2$ | -14,64 | 1,00 | - 0,04 | - 0,13 | - 2,62 | - 0,69 |
| $X_3$ | 363,67 | -24,83 | 1,00 | 3,17 | 65,08 | 17,17 |
| $X_6$ | 114,84 | - 7,84 | 0,03 | 1,00 | 20,55 | 5,42 |
| $X_7$ | 5,59 | - 0,38 | 0,01 | 0,05 | 1,00 | 0,26 |
| $X_8$ | 21,18 | - 1,45 | 0,06 | 0,18 | 3,79 | 1,00 |

# C A P Í T U L O  V

## RESUMO E CONCLUSÕES

### Resumo

O objetivo central desta pesquisa é estabelecer uma função de produção especificando as relações estruturais entre o valor da produção total e os fatôres empregados no processo produtivo. A partir dessa função de produção, foram determinados: (a) os valores dos coeficientes das elasticidades de produção; (b) os valores dos produtos marginais da terra, do trabalho e de diferentes formas de capital e (c) as taxas marginais de substituição entre êsses fatôres.

A informação básica utilizada na pesquisa foi obtida através de entrevistas pessoais com os agricultores componentes de uma amostra ao acaso extraida do universo constituido pelos agricultores dos

municípios de Itapetininga e Guareí, no Estado de São Paulo. Essa informação básica é pertinente ao ano agrícola 1965/66.

O modêlo econométrico utilizado é o sugerido por Cobb e Douglas. Visando a estimar uma função de produção que representasse as relações insumo-produto existentes na região e que melhor se adaptasse à racionalidade econômica do processo produtivo, foram testados, separadamente, sete modêlos alternativos para Itapetininga, para Guareí e para os dois municípios em conjunto.

Os modêlos selecionados foram os seguintes:

Para Itapetininga

$$\hat{Y} = 14{,}905\ X_1^{0{,}097}\ X_2^{-0{,}043}\ X_3^{0{,}025}\ X_6^{0{,}392}\ X_7^{0{,}131}\ X_8^{0{,}263}$$

Para Guareí

$$\hat{Y} = 2{,}862\ X_1^{0{,}084}\ X_2^{-0{,}097}\ X_3^{0{,}329}\ X_6^{0{,}245}\ X_7^{0{,}126}\ X_8^{0{,}377}$$

Para o agregado Itapetininga-Guareí

$$\hat{Y} = 17{,}079\ X_1^{0{,}093}\ X_2^{-0{,}039}\ X_3^{0{,}051}\ X_6^{0{,}355}\ X_7^{0{,}121}\ X_8^{0{,}277}$$

onde:

$\hat{Y}$ = Valor da Produção Total (em NCr$)

$X_1$ = Terra com Cultura (em hectares)

$X_2$ = Terra em Pastagem (em hectares)

$X_3$ = Trabalho (em dias-homens)

$X_6$ = Capital na forma de Animais Produtivos (em NCr$)

$X_7$ = Capital na forma de Animais de Trabalho (em NCr$)

$X_8$ = Despesas de Custeio (em Ncr$)

Conclusões

A análise dos três modêlos selecionados permite concluir, inicialmente, que nos dois municípios todos os fatôres produtivos, com exceção de terra em pastagem, estavam sendo utilizados no estágio racional da produção. O insumo terra em pastagem estava sendo empregado irracionalmente no estágio III da produção. Tal fato, aliás, vem coincidir com os resultados obtidos por Teixeira Filho, Veiga e Gastal, que realizaram estudos semelhantes em regiões dos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul, respectivamente.

Em Itapetininga, as variações no valor da produção total estavam principalmente associadas ao uso dos fatôres capital na forma de animais produtivos, despesas de custeio e capital na forma de animais de trabalho. Os coeficientes de elasticidade parcial dessas variáveis indicam que um acréscimo de 10% no uso de cada um dêsses insumos resultaria "coeteris paribus", em aumentos de, respectivamente, 3,9%, 2,6% e 1,3% no valor da produção.

A função de produção estimada para Guareí indicou os insumos despesas de custeio, trabalho e capital na forma de animais produtivos como os mais importantes na determinação do valor da produção total. Com efeito, um aumento de 10% nas quantidades empregadas de cada um dêsses fatôres produtivos resultaria, "coeteris paribus", em incrementos de, respectivamente, 3,8%, 3,3% e 2,4% no valor da produção. Os outros recursos produtivos, em ordem decrescente de influência sôbre o valor do produto total, foram capital na forma de animais de trabalho e terra com cultura.

Nos dois municípios concluiu-se pela existência de rendimentos constantes a escala. Isto significa que inversões simultâneas e na mesma proporção nos fatôres considerados resultariam em acréscimos em igual proporção na renda dos agricultores.

Da análise das relações entre os valores dos produtos marginais dos insumos e seus respectivos preços concluiu-se que, em Itapetininga, os agricultores deveriam intensificar o uso do capital na forma de animais de trabalho, da terra com cultura e das despesas de custeio, visando à maximização da receita líquida. Com o mesmo objetivo, deveriam êles diminuir o uso de terra em pastagem, de trabalho e de capital na forma de animais produtivos. Em Guareí, o capital na forma de animais de trabalho e as despesas de custeio deveriam ser utilizadas com maior intensidade. Os demais fatôres, principalmente terra em pastagem e capital na forma de animais produtivos, deveriam ter seu uso reduzido.

As quantidades de insumos que se deveriam empregar visando à maximização da renda líquida dos agricultores não puderam ser determinadas nesta pesquisa. É que o fato de as elasticidades de produção serem constantes no modêlo Cobb-Douglas impossibilita a explicação simultânea do uso de fatôres quando êstes se encontram em diferentes estágios da produção.

Os resultados desta pesquisa poderão ser de considerável interêsse para as propriedades rurais da região, bem como para os órgãos responsáveis pela política agrícola em geral e pela assistência técnica e financeira à agricultura em particular. Ficou claramente

evidenciado o fato de que, tanto em Itapetininga como em Gaureí, os recursos produtivos não estão sendo combinados eficientemente. A análise da combinação atual dos recursos revelou que ponderáveis aumentos poderiam ser obtidos na renda média dos agricultores, desde que efetuados os reajustamentos indicados anteriormente. Programas de assistência técnica à agricultura que levem ao conhecimento dos agricultores as direções das mudanças a serem realizadas na distribuição dos fatôres produtivos poderão, simultaneamente, atender aos interêsses dos agricultores e da sociedade. De outro lado, políticas creditícias que estimulem o uso mais intenso daqueles insumos que, em relação a seus respectivos preços, proporcionam rendimentos marginais mais elevados, poderão contribuir tanto para a maior eficiência na combinação dos meios de produção, como também para distribuição mais racional do próprio crédito agrícola.

Todavia, na formulação dessas políticas, deverão ser consideradas as limitações inerentes à própria natureza da pesquisa e ao modêlo estrutural nela utilizado. Deverá ser considerado, por exemplo, o fato de que a amostra inclui propriedades rurais especializadas em culturas e em criações. O ajustamento de funções de produção mais específicas poderia, portanto, fornecer dados mais precisos sôbre a natureza das relações insumo-produto. Igualmente, não poderá ser esquecido que os modêlos estruturais são apenas uma tentativa simplificadora de explicar uma realidade bastante complexa e, por isso mesmo, não levam em consideração todos os elementos necessários ao processo de tomada de decisões de políticas econômicas.

## SUMMARY

The main objective of this study was to estimate a production function specifying the relationships between the value of gross farm output and inputs of several categories of resources.

The basic information was obtained from a random cluster sample of 131 farmers in the "municipios" of Itapetininga and Guareí, both located in the southern section of the State of São Paulo. All of the data analyzed in the study pertained to the 1965 production year.

The econometric model used in the study was the Cobb-Douglas function. Seven alternative models were fitted separately for each "municipio" and for the aggregate. The models selected as the best estimates of the true production function are presented below.

Itapetininga

$$\hat{Y} = 14{,}905\ X_1^{0{,}097}\ X_2^{-0{,}043}\ X_3^{0{,}025}\ X_6^{0{,}392}\ X_7^{0{,}131}\ X_8^{0{,}263}$$

Guareí

$$\hat{Y} = 2{,}862\ X_1^{0{,}084}\ X_2^{-0{,}097}\ X_3^{0{,}329}\ X_6^{0{,}245}\ X_7^{0{,}126}\ X_8^{0{,}377}$$

Itapetininga - Guareí

$$\hat{Y} = 17{,}079\ X_1^{0{,}093}\ X_2^{-0{,}039}\ X_3^{0{,}051}\ X_6^{0{,}355}\ X_7^{0{,}121}\ X_8^{0{,}277}$$

where:

$\hat{Y}$ = value of gross farm output (NCr$)

$X_1$ = Land in crops (hectares)

$X_2$ = Land in pasture (hectares)

$X_3$ = Labor (man-days)

$X_6$ = Capital investment in productive livestock (NCr$)

$X_7$ = Capital investment in draft livestock (NCr$)

$X_8$ = Current operating expenditures (NCr$)

The main conclusion of the study may be summarized as follows: (a) all resources were being used in the rational stage of production (Stage II) with the exception of land in pasture which was being used in Stage III; (b) in both "municipios" the returns to scale were considered to be constant; (c) in Itapetininga, changes in the value of gross farm output were closely associated with the use of capital investment in productive livestock, current operating expenditures, and capital investment in draft livestock; (d) in Guareí, the value of gross farm output was mostly influenced by current operating expenditures, labor, and capital investment in productive livestock; (e) the ratios of marginal value products to input prices indicated that in Itapetininga the farmers should intensify the use of capital in draft livestock, cropland area and current operating expenditures in order to maximize net income; (f) in Guareí, only the use of capital in draft livestock and current operating expenditures

should be expanded; (g) the optimum resource allocation oould not be determined in this study due to the limitations of the model used.

The findings may be useful to policymakers and extension agents in the area of the study. However, caution has to be used in not oarrying the analogy too far. First, because of the aggregative nature of the selected models. Secondly, because the limitations and restrictions imposed on structural models should not be overlooked in the use of the findings for policy determinations. It should always be kept in mind that structural models are just an attempt to approximate reality.

BIBLIOGRAFIA

ALLEN, R.G.D. "Mathematical Analysis for Economists". London: Macmillan And Co. Limited, 1947, p. 341.

ARAUJO, P.F.C. "An Economic Study of Factors Affecting the Demand For Agricultural Credit At The Farm Level". Tese de M.S. não publicada. Columbus: The Ohio State University, 1967, 101 pp.

_____, Brandt, S.A. e Engler, J.J.C. "Produtividade Marginal de Recursos na Lavoura Canavieira em Propriedades Agrícolas de Diferentes Tamanhos". Série Mimeografada, nº 51. Piracicaba: IICA-CIRA, 1965, 18 pp.

BARROSO, Nilo A. "Análise do Uso e Distribuição dos Recursos nas Zonas de Meia Ponte e Mato Grosso de Goiás, Goiás - Ano Agrícola 1966/67". Tese de M.S. não publicada. Viçosa, Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1968, 84 pp.

CAMPOS, R.O. "Pontos de Estrangulamento na Economia e seus Reflexos na Produtividade do Capital e no Desenvolvimento Econômico". O Observador Econômico e Financeiro, nº 231, 1955, p. 69.

ENGLER, J.J.C., Zagatto, A.G. e Araujo, P.F.C. "Produtividade de Recursos e Rendimentos Ótimo da Lavoura Canavieira, Referentes a Proprietários, Arrendatários e Parceiros em Piracicaba". Materiais de Ensino para Reforma Agrária, nº 4. Piracicaba: IICA-CIRA, 1965, 34 pp.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, Production Yearbook, vol.20, 1966.

GASTAL, Edmundo F. "Eficiência no Uso dos Recursos na Produção Agropecuária em Alegrete e Ibirubá, Rio Grande do Sul, Ano Agrícola 1960/61". Tese de M.S. não publicada. Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1967, 87 pp.

GIRÃO, José A. "A Função de Produção de Cobb-Douglas e a Análise Inter-Regional da Produção Agrícola. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Centro de Estudos de Economia Agrária, 1965, 119 pp.

GOREAUX, L.M. e Teutem, O. "Análise Estatística dos Fatôres que Afetam os Rendimentos Agrícolas do Café no Estado de São Paulo". Agricultura em São Paulo, Ano VIII, nº 7, 1961, p.p. 1-46.

HEADY, E.O. e Dillon, J.L. Agricultural Production Functions. Ames, Iowa: The Iowa State University Press, 1966, 667 pp.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Anuário Estatístico do Brasil, 1966.

JUNQUEIRA, Antonio A.B. "Análise Econômica de Uma Função de Produção de Fumo em Ubá, Estado de Minas Gerais, 1961". Série Técnica, Boletim nº 4. Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, Instituto de Economia Rural, 1964, 100 pp.

LEWIS, J.P. "An Introduction to Mathematics for Students of Economics. London: Macmillan And Co. Limited, 1959, 232 pp.

NAPOLEONI, C. "Dicionário de Economia Política". Madrid: Ediciones Castilla S.A., 1962, p. 1377.

NOGUEIRA, Oracy. "Família e Comunidade: Um Estudo Sociológico de Itapetininga/São Paulo". Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Educacionais, 1962, 541 pp.

OLIVEIRA, Francisco T.G. "Desenvolvimento de Comunidade - Uma Experiência em Itapetininga". Mimeografado. São Paulo: Serviço Social Rural, 1964, p.p. 11-15.

SCHATTAN, Salomão. "Funções Agregadas de Produção Agrícola no Estado de São Paulo, para Três Regiões e Sete Estratos de Área". Trabalho não publicado. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Divisão de Economia Rural, 1965.

SIMEONIDIS, Haralambos. "Net Farm Income And Potencial For Capital Accumulation on Livestock Farms. Rio Grande do Sul, Brasil". Tese de M.S. não publicada. Columbus: The Ohio State University, 1967, 87 pp.

SUITS, Daniel B. Statistics: "An Introduction to Quantitative Economic Research. Chicago: Rand McNally and Company, 1963. p. 57.

TEIXEIRA FILHO, Antonio R. "Análise da Produtividade Marginal dos Recursos Agrícolas em Dois Municípios do Estado de Minas Gerais - Ituiutaba e Caratinga - Ano Agrícola 1961/62". Tese de M.S. não publicada. Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1964, 102 pp.

TOLLINI, Hélio. "Produtividade Marginal e Uso dos Recursos: Análise de Função de Produção de Leite em Leopoldina, Minas Gerais, Ano Agrícola 1961/62". Tese de M.S. não publicada. Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1964. 89 pp.

VEIGA, Alberto. "Use and Productivity of Agriculture Resources. Jaguariuna County, São Paulo, Brasil". Tese de M.S. não publicada. Lafayette: Purdue University, 1965, 144 pp.

ZAGATTO, A.G., Brandt, S.A. e Araujo, P.F.C. "Produtividade Marginal e Uso de Recursos na Lavoura Canavieira no Município de Rio das Pedras, Estado de São Paulo". Boletim Técnico Científico nº 24. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1965, 18 pp.

_____. _____ e Moraes Filho, J.M. "Estimativas de Produtividade de Recursos na Lavoura Canavieira em Piracicaba, Estado de São Paulo". Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Economia, 1965, 30 pp.

ZEBALLOS, Hernan. "Análise da Produtividade Marginal dos Recursos Agrícolas no Município de Varginha, Minas Gerais, Ano Agrícola 1964/65". Tese de M.S. não publicada. Viçosa: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1966, 92 pp.

APÊNDICE 1

Informação Básica Utilizada na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1965/66.

| Terra com Cultura (ha) $X_1$ | Terra em Pastagem (ha) $X_2$ | Trabalho (Dias-homens) $X_3$ | Capital na Forma de: Benfeitorias (NCr$) $X_4$ | Equipamento (NCr$) $X_5$ | Animais Produtivos (NCr$) $X_6$ | Animais de Trabalho (NCr$) $X_7$ | Despesas de Custeio (NCr$) $X_8$ | Valor da Produção Total (NCr$) Y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16,90 | 4,92 | 1.830 | 300,00 | 53,30 | 1.584,52 | 57,87 | 245,80 | 3.605,00 |
| 4,84 | 41,35 | 900 | 750,00 | 3,60 | 3.137,50 | 29,55 | 103,60 | 477,15 |
| 54,08 | 191,18 | 2.100 | 5.500,00 | 561,50 | 20.577,00 | 82,05 | 7.421,24 | 20.122,00 |
| 0,91 | 120,09 | 1.050 | 2.500,00 | 823,00 | 7.853,50 | 481,00 | 1.902,00 | 1.916,50 |
| 5,44 | 163,96 | 1.300 | 5.000,00 | 46,20 | 3.396,75 | 122,35 | 256,00 | 4.100,00 |
| 8,40 | 17,30 | 780 | 400,00 | 36,00 | 467,00 | 19,05 | 108,50 | 3.026,50 |
| 113,74 | 0,00 | 2.570 | 500,00 | 989,70 | 402,50 | 21,00 | 3.569,70 | 4.818,00 |
| 10,89 | 1,21 | 1.350 | 100,00 | 4,90 | 69,50 | 12,70 | 41,99 | 658,00 |
| 2,42 | 23,41 | 453 | 325,00 | 4,00 | 2.790,00 | 9,52 | 273,00 | 1.807,35 |
| 8,75 | 1,25 | 600 | 98,00 | 28,00 | 50,00 | 17,50 | 122,00 | 256,50 |
| 67,50 | 150,00 | 1.230 | 15.000,00 | 2.695,00 | 875,00 | 19,05 | 23.925,00 | 57.410,00 |
| 3,75 | 125,00 | 840 | 1.536,25 | 160,70 | 1.699,00 | 12,70 | 754,30 | 2.074,50 |
| 27,50 | 125,00 | 1.600 | 2.250,00 | 8,30 | 7.230,50 | 38,10 | 1.954,00 | 5.044,75 |
| 61,25 | 50,25 | 750 | 750,00 | 300,50 | 4.495,40 | 12,70 | 1.684,70 | 7.175,75 |
| 4,37 | 17,50 | 900 | 450,00 | 5,50 | 953,50 | 21,00 | 121,10 | 1.352,70 |
| 450,00 | 100,00 | 20.100 | 45.000,00 | 2.518,50 | 566,60 | 138,70 | 33.636,80 | 60.480,00 |
| 2,05 | 17,15 | 600 | 300,00 | 5,10 | 253,50 | 22,20 | 33,50 | 336,95 |

APÊNDICE 1 (Cont.)

| $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | Y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5,50 | 34,50 | 2.100 | 1.000,00 | 46,60 | 564,45 | 21,00 | 33,40 | 750,40 |
| 6,00 | 46,00 | 1.650 | 25,00 | 2,40 | 8,00 | 31,50 | 8,00 | 15,00 |
| 32,00 | 29,00 | 2.350 | 2.000,00 | 59,00 | 3.630,50 | 105,75 | 440,50 | 2.647,30 |
| 0,00 | 24,20 | 600 | 2.000,00 | 800,00 | 3.820,00 | 27,00 | 785,00 | 3.002,40 |
| 19,36 | 4,84 | 2.400 | 250,00 | 12,60 | 625,25 | 19,05 | 299,00 | 2.718,30 |
| 7,26 | 20,57 | 1.200 | 250,00 | 1,80 | 1.012,00 | 10,50 | 242,00 | 497,84 |
| 38,72 | 169,40 | 3.300 | 1.500,00 | 2,70 | 3.231,50 | 50,80 | 260,00 | 6.784,50 |
| 6,05 | 13,31 | 1.500 | 150,00 | 3,00 | 545,50 | 20,60 | 120,00 | 854,50 |
| 7,26 | 19,36 | 600 | 150,00 | 17,60 | 3.084,50 | 40,05 | 795,00 | 1.553,30 |
| 7,53 | 11,69 | 600 | 150,00 | 2,20 | 425,50 | 25,40 | 18,60 | 3.888,90 |
| 2,42 | 6,05 | 1.206 | 75,00 | 0,10 | 238,00 | 19,05 | 29,70 | 702,00 |
| 4,84 | 29,04 | 600 | 187,50 | 17,90 | 860,25 | 50,80 | 23,00 | 984,00 |
| 9,67 | 280,41 | 2.100 | 1.950,00 | 15,50 | 2.530,25 | 73,75 | 161,30 | 2.287,20 |
| 10,58 | 16,04 | 1.050 | 180,00 | 6,80 | 758,50 | 107,85 | 130,50 | 1.749,00 |
| 19,36 | 271,04 | 780 | 1.300,00 | 112,00 | 16.974,00 | 111,60 | 2.024,20 | 7.844,00 |
| 29,04 | 84,70 | 660 | 785,00 | 17,90 | 2.589,50 | 46,40 | 377,00 | 3.193,50 |
| 12,10 | 145,20 | 1.050 | 3.350,00 | 396,50 | 6.878,50 | 50,55 | 1.303,00 | 10.446,50 |
| 43,56 | 12,10 | 1.500 | 1.800,00 | 1.082,50 | 3.671,50 | 27,35 | 1.162,50 | 5.295,90 |
| 196,02 | 522,72 | 4.350 | 15.000,00 | 423,00 | 40.385,50 | 119,90 | 11.324,00 | 40.895,65 |
| 0,00 | 43,56 | 750 | 750,00 | 17,50 | 2.396,00 | 29,55 | 47,10 | 1.076,00 |

APÊNDICE 1 (Cont.)

| $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | Y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,84 | 24,20 | 620 | 225,00 | 12,00 | 454,00 | 30,50 | 81,10 | 1.015,30 |
| 72,60 | 411,40 | 1.364 | 4.200,00 | 351,90 | 7.285,25 | 116,00 | 1.259,00 | 10.345,50 |
| 36,30 | 96,80 | 1.200 | 1.500,00 | 61,50 | 4.709,00 | 115,75 | 201,60 | 10.155,20 |
| 3,32 | 88,64 | 750 | 500,00 | 0,00 | 2.027,00 | 12,70 | 84,80 | 1.383,04 |
| 0,00 | 19,36 | 758 | 125,00 | 20,00 | 426,75 | 12,70 | 33,40 | 323,00 |
| 15,12 | 3,84 | 1.200 | 100,00 | 14,10 | 1.392,50 | 66,50 | 44,00 | 1.465,50 |
| 10,28 | 6,05 | 600 | 105,00 | 202,50 | 659,50 | 15,87 | 203,50 | 6.392,70 |
| 22,38 | 16,34 | 760 | 297,50 | 19,50 | 3.068,00 | 44,20 | 455,00 | 2.484,00 |
| 38,92 | 9,48 | 1.540 | 500,00 | 61,80 | 397,00 | 61,05 | 1.756,90 | 3.626,35 |
| 4,83 | 96,81 | 900 | 1.540,00 | 263,70 | 7.757,50 | 33,70 | 939,20 | 4.826,02 |
| 5,44 | 6,66 | 610 | 150,00 | 17,50 | 434,00 | 16,85 | 184,80 | 1.293,75 |
| 3,32 | 23,30 | 1.260 | 600,00 | 31,50 | 1.925,50 | 28,45 | 127,50 | 1.896,70 |
| 14,52 | 125,84 | 900 | 900,00 | 125,50 | 5.366,20 | 33,70 | 930,00 | 2.643,00 |
| 8,47 | 65,13 | 460 | 975,00 | 10,30 | 7.225,00 | 15,87 | 641,00 | 7.253,30 |
| 24,20 | 45,98 | 1.230 | 300,00 | 24,70 | 2.565,00 | 175,00 | 405,50 | 8.266,00 |
| 7,40 | 887,50 | 1.500 | 17.000,00 | 1.195,00 | 12.460,95 | 61,30 | 4.192,50 | 3.525,00 |
| 0,00 | 52,00 | 4.600 | 40.000,00 | 220,00 | 1.794,25 | 47,25 | 638,00 | 230,00 |
| 122,00 | 628,00 | 2.760 | 9.000,00 | 1.955,00 | 25.847,50 | 128,82 | 6.655,00 | 18.624,50 |
| 15,00 | 647,50 | 3.900 | 4.000,00 | 20,10 | 14.350,50 | 103,55 | 336,80 | 3.079,00 |
| 0,00 | 724,00 | 450 | 3.500,00 | 109,00 | 5.830,00 | 231,02 | 840,40 | 1.791,50 |

APÊNDICE 1 (Cont.)

| $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | Y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13,30 | 35,20 | 2.700 | 255,00 | 4,60 | 1.662,50 | 52,75 | 151,70 | 2.626,00 |
| 12,00 | 640,00 | 3.000 | 2.000,00 | 118,40 | 5.912,50 | 51,77 | 292,00 | 2.219,00 |
| 0,00 | 32,00 | 900 | 1.250,00 | 15,00 | 5.290,50 | 12,70 | 77,30 | 3.311,00 |
| 25,00 | 23,00 | 750 | 900,00 | 4,90 | 5.301,00 | 12,70 | 735,00 | 7.934,00 |
| 20,50 | 73,50 | 1.400 | 2.500,00 | 47,80 | 9.993,75 | 46,40 | 1.803,80 | 4.017,00 |
| 0,00 | 146,00 | 1.000 | 3.000,00 | 927,50 | 10.859,50 | 44,20 | 2.535,00 | 12.870,00 |
| 0,00 | 130,00 | 300 | 1.200,00 | 19,20 | 5.868,00 | 59,10 | 101,50 | 1.428,00 |
| 111,32 | 0,00 | 900 | 1.470,00 | 150,00 | 304,00 | 0,00 | 3.466,00 | 600,00 |
| 20,00 | 73,00 | 2.400 | 2.000,00 | 14,70 | 3.565,75 | 71,55 | 84,30 | 3.332,75 |
| 6,70 | 750,00 | 750 | 75,00 | 2,80 | 391,00 | 44,20 | 55,00 | 969,00 |
| 19,00 | 136,00 | 1.350 | 2.400,00 | 688,30 | 2.258,50 | 145,30 | 5.814,00 | 1.145,00 |
| 9,00 | 183,00 | 3.000 | 2.400,00 | 96,80 | 4.927,00 | 172,77 | 122,50 | 7.502,00 |
| 2,00 | 138,50 | 480 | 2.500,00 | 372,50 | 12.476,25 | 33,70 | 673,80 | 3.440,00 |
| 14,50 | 29,10 | 500 | 900,00 | 61,80 | 5.098,50 | 61,05 | 316,40 | 6.610,00 |
| 115,00 | 212,00 | 4.800 | 6.000,00 | 42,00 | 4.676,25 | 143,10 | 669,20 | 14.793,00 |
| 10,00 | 16,00 | 620 | 200,00 | 24,70 | 1.580,50 | 12,70 | 139,00 | 2.070,50 |
| 9,00 | 9,00 | 600 | 300,00 | 11,50 | 2.045,25 | 21,00 | 51,20 | 2.629,00 |
| 50,00 | 109,00 | 1.350 | 3.500,00 | 1.351,00 | 15.400,75 | 82,17 | 4.065,50 | 13.318,50 |
| 12,10 | 67,76 | 660 | 2.600,00 | 416,90 | 4.487,50 | 111,35 | 4.148,10 | 3.390,00 |
| 0,00 | 123,42 | 900 | 1.050,00 | 10,00 | 864,75 | 19,05 | 291,50 | 977,60 |

APÊNDICE 2

Informação Básica Utilizada na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1965/66.

| Terra com Cultura (ha) $X_1$ | Terra em Pastagem (ha) $X_2$ | Trabalho (Dias-homens) $X_3$ | Capital na Forma de: Benfeitorias (NCr$) $X_4$ | Equipamento (NCr$) $X_5$ | Animais Produtivos (NCr$) $X_6$ | Animais de Trabalho (NCr$) $X_7$ | Despesas de Custeio (NCr$) $X_8$ | Valor da Produção Total (NCr$) Y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31,50 | 46,00 | 1.650 | 1.250,00 | 30,00 | 7.238,00 | 71,50 | 520,00 | 4.079,00 |
| 0,60 | 18,76 | 1.050 | 1.000,00 | 10,00 | 3.364,00 | 8,85 | 248,00 | 2.040,40 |
| 25,70 | 8,18 | 2.400 | 450,00 | 15,10 | 1.318,50 | 122,80 | 284,00 | 4.936,60 |
| 36,30 | 82,28 | 3.450 | 1.750,00 | 26,80 | 10.542,00 | 71,55 | 617,00 | 8.150,20 |
| 24,20 | 256,52 | 3.300 | 3.140,00 | 4,20 | 6.839,00 | 53,85 | 317,00 | 4.781,40 |
| 24,20 | 84,70 | 940 | 600,00 | 13,20 | 5.188,00 | 30,20 | 770,00 | 3.999,20 |
| 48,40 | 762,30 | 3.000 | 12.000,00 | 5,00 | 19.316,50 | 127,20 | 3.304,50 | 19.294,00 |
| 3,63 | 134,31 | 1.500 | 3.500,00 | 10,00 | 5.039,00 | 40,20 | 225,00 | 2.164,80 |
| 38,72 | 9,68 | 1.020 | 950,00 | 450,90 | 7.932,50 | 87,80 | 914,30 | 19.194,00 |
| 5,15 | 15,43 | 900 | 320,00 | 20,30 | 212,50 | 87,60 | 130,00 | 3.257,30 |
| 12,10 | 26,62 | 1.500 | 850,00 | 14,60 | 1.915,50 | 53,85 | 169,80 | 2.394,40 |
| 16,94 | 29,04 | 1.800 | 650,00 | 9,10 | 2.264,50 | 107,70 | 551,00 | 2.365,80 |
| 5,94 | 47,30 | 915 | 1.200,00 | 76,90 | 4.744,00 | 108,50 | 357,50 | 2.197,40 |
| 48,40 | 96,80 | 600 | 2.125,00 | 400,00 | 5.566,00 | 94,05 | 827,20 | 1.516,00 |
| 9,68 | 21,78 | 1.200 | 450,00 | 167,50 | 1.806,50 | 93,92 | 77,50 | 2.609,90 |
| 29,04 | 16,94 | 2.250 | 1.000,00 | 67,80 | 3.676,20 | 72,75 | 266,00 | 5.451,00 |

APÊNDICE 2 (Cont.)

| $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | Y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,84 | 24,20 | 900 | 560,00 | 10,90 | 172,00 | 17,70 | 130,00 | 559,60 |
| 29,04 | 287,98 | 1.500 | 3.325,00 | 136,00 | 12.325,00 | 111,75 | 2.028,60 | 10.344,00 |
| 4,84 | 14,52 | 1.200 | 225,00 | 12,50 | 664,00 | 35,77 | 25,00 | 806,00 |
| 12,10 | 19,36 | 3.600 | 375,00 | 5,50 | 2.862,50 | 12,50 | 190,00 | 3.325,50 |
| 45,98 | 91,32 | 2.400 | 3.125,00 | 287,00 | 7.891,50 | 70,72 | 795,00 | 6.324,00 |
| 4,84 | 89,54 | 600 | 1.250,00 | 271,00 | 10.428,00 | 86,00 | 739,80 | 2.645,80 |
| 38,72 | 96,80 | 1.890 | 2.500,00 | 80,30 | 11.623,00 | 76,35 | 1.582,00 | 10.982,30 |
| 10,89 | 10,89 | 795 | 70,00 | 6,50 | 850,00 | 42,60 | 116,00 | 1.074,40 |
| 121,00 | 358,16 | 3.540 | 5.750,00 | 651,00 | 27.491,00 | 225,90 | 3.938,00 | 23.339,00 |
| 45,98 | 142,78 | 1.170 | 1.000,00 | 45,60 | 5.238,00 | 85,20 | 1.254,00 | 6.636,00 |
| 108,90 | 96,80 | 3.450 | 5.000,00 | 633,00 | 7.223,00 | 202,50 | 1.593,50 | 15.647,80 |
| 103,00 | 900,00 | 3.000 | 15.000,00 | 679,50 | 101.588,50 | 402,00 | 20.650,00 | 129.113,00 |
| 8,50 | 8,30 | 750 | 420,00 | 32,10 | 818,00 | 62,70 | 514,20 | 674,80 |
| 9,00 | 47,00 | 3.000 | 1.200,00 | 18,80 | 1.308,00 | 96,45 | 129,87 | 3.415,00 |
| 17,00 | 45,00 | 3.300 | 1.000,00 | 9,10 | 3.432,00 | 45,00 | 184,00 | 2.369,00 |
| 4,00 | 151,00 | 2.550 | 3.250,00 | 1.015,90 | 6.426,50 | 78,37 | 1.908,70 | 2.919,60 |
| 40,00 | 156,00 | 2.250 | 3.500,00 | 400,00 | 10.412,50 | 138,30 | 1.353,00 | 8.133,00 |
| 0,00 | 43,00 | 340 | 700,00 | 7,90 | 3.269,00 | 26,55 | 417,90 | 968,80 |
| 12,00 | 220,00 | 3.900 | 4.500,00 | 321,50 | 12.304,00 | 127,80 | 565,60 | 3.837,40 |

APÊNDICE 2 (Cont.)

| $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ | $X_6$ | $X_7$ | $X_8$ | Y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13,50 | 61,50 | 2.740 | 1.700,00 | 50,80 | 2.607,00 | 26,55 | 294,20 | 3.124,00 |
| 4,50 | 8,00 | 900 | 200,00 | 3,20 | 901,00 | 42,35 | 120,50 | 557,40 |
| 2,00 | 0,00 | 600 | 325,00 | 6,00 | 385,50 | 20,10 | 17,20 | 824,00 |
| 9,00 | 23,00 | 2.400 | 400,00 | 19,80 | 2.121,00 | 45,00 | 134,40 | 1.961,00 |
| 17,00 | 24,00 | 1.820 | 1.600,00 | 17,50 | 5.053,00 | 107,70 | 364,40 | 3.254,00 |
| 14,00 | 66,00 | 1.950 | 3.200,00 | 732,00 | 16.130,00 | 99,65 | 1.015,00 | 6.269,60 |
| 5,00 | 20,00 | 900 | 520,00 | 48,80 | 2.805,00 | 65,10 | 89,10 | 1.249,00 |
| 0,00 | 55,00 | 1.300 | 5.000,00 | 223,00 | 5.817,00 | 106,50 | 1.394,20 | 2.899,00 |
| 15,00 | 9,00 | 1.020 | 800,00 | 29,00 | 3.891,00 | 49,05 | 320,80 | 4.565,00 |
| 33,00 | 45,00 | 1.245 | 2.500,00 | 32,50 | 4.620,50 | 94,05 | 339,00 | 2.574,00 |
| 75,00 | 62,00 | 4.200 | 2.250,00 | 52,20 | 8.270,50 | 156,75 | 269,00 | 6.276,00 |
| 15,00 | 118,00 | 4.200 | 2.500,00 | 62,40 | 10.783,00 | 331,95 | 631,00 | 4.382,00 |
| 10,00 | 82,00 | 810 | 1.750,00 | 103,50 | 7.224,50 | 71,55 | 439,50 | 4.362,00 |
| 34,00 | 800,00 | 3.330 | 6.500,00 | 151,00 | 16.408,00 | 149,95 | 2.908,00 | 5.907,00 |
| 31,50 | 85,00 | 3.150 | 3.400,00 | 332,20 | 14.149,00 | 165,37 | 1.137,00 | 8.881,00 |
| 125,00 | 370,00 | 3.425 | 13.000,00 | 3.160,00 | 68.346,00 | 160,00 | 11.768,00 | 44.062,00 |
| 97,00 | 97,00 | 2.600 | 4.000,00 | 108,00 | 14.820,50 | 68,20 | 2.850,00 | 6.535,50 |
| 60,00 | 105,00 | 4.590 | 2.400,00 | 381,50 | 16.223,00 | 235,50 | 1.529,00 | 9.038,00 |
| 2,00 | 25,00 | 1.440 | 8.500,00 | 1.600,00 | 2.993,50 | 136,00 | 1.121,00 | 5.808,00 |

APÊNDICE 3

Modêlos Alternativos Testados na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66

| Modêlos | Coeficientes de Regressão das Variáveis Independentes e Respectivos Valores do Teste "t"[a] | | | | | | | | Valor de $R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_6$ | $b_7$ | $b_8$ | |
| I | 0,107**** (2,988) | -0,046 (0,656) | -0,037 (0,182) | 0,053 (0,363) | 0,028 (0,459) | 0,374**** (3,576) | 0,131* (1,363) | 0,213*** (2,055) | 0,6447 |
| II | 0,102**** (3,161) | -0,036 (0,563) | 0,019 (0,146) | - - | 0,035 (0,584) | 0,391**** (4,232) | 0,118* (1,330) | 0,228*** (2,422) | 0,6440 |
| III | 0,106**** (2,978) | -0,054 (0,811) | -0,051 (0,261) | 0,071 (0,511) | - - | 0,368**** (3,567) | 0,145* (1,593) | 0,234*** (2,566) | 0,6436 |
| IV | 0,105**** (2,916) | 0,015 (0,289) | 0,063 (0,339) | -0,019 (0,142) | 0,055 (0,923) | 0,405**** (3,937) | - - | 0,207** (1,986) | 0,6349 |
| V | 0,102**** (3,246) | 0,011 (0,219) | 0,058 (0,453) | - - | - - | 0,400**** (4,321) | - - | 0,253**** (4,321) | 0,6304 |
| VI | 0,097**** (3,124) | -0,043 (0,683) | 0,025 (0,192) | - - | - - | 0,392**** (4,257) | 0,131* (1,517) | 0,263**** (3,691) | 0,6422 |
| VII | 0,108**** (3,361) | 0,014 (0,266) | 0,044 (0,344) | - - | 0,053 (0,919) | 0,398**** (4,293) | - - | 0,200*** (2,168) | 0,6348 |

a/ Os valores do teste "t" são apresentados, entre parentesis, abaixo dos respectivos coeficientes de regressão.

**** Indica significância ao nível de 1%
*** Indica significância ao nível de 5%
** Indica significância ao nível de 10%
* Indica significância ao nível de 20%

## APÊNDICE 4

Modêlos Alternativos Testados na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66

| Modêlos | Coeficientes de Regressão das Variáveis Independentes e Respectivos Valores do Teste "t"[a] | | | | | | | | Valor de $R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_6$ | $b_7$ | $b_8$ | |
| I | 0,087*** (2,093) | -0,095** (1,682) | 0,319** (1,940) | 0,024 (0,213) | 0,003 (0,053) | 0,232** (1,656) | 0,115 (0,786) | 0,370**** (3,206) | 0,7915 |
| II | 0,084*** (2,175) | -0,096** (1,711) | 0,332*** (2,202) | - - | 0,006 (0,101) | 0,242** (1,856) | 0,120 (0,851) | 0,374**** (3,318) | 0,7913 |
| III | 0,087*** (2,121) | -0,096** (1,730) | 0,317** (1,987) | 0,025 (0,232) | - - | 0,233** (1,688) | 0,117 (0,872) | 0,371**** (3,301) | 0,7915 |
| IV | 0,095*** (2,348) | -0,090* (1,604) | 0,334*** (2,056) | 0,041 (0,372) | 0,020 (0,360) | 0,213* (1,551) | - - | 0,385**** (3,395) | 0,7886 |
| V | 0,091*** (2,425) | -0,094** (1,724) | 0,355*** (2,440) | - - | - - | 0,239** (1,884) | - - | 0,412**** (4,002) | 0,7869 |
| VI | 0,084*** (2,196) | -0,097** (1,772) | 0,329*** (2,230) | - - | - - | 0,245** (1,927) | 0,126 (0,992) | 0,377**** (3,457) | 0,7912 |
| VII | 0,090*** (2,373) | -0,090* (1,627) | 0,359*** (2,440) | - - | 0,026 (0,499) | 0,229** (1,774) | - - | 0,394**** (3,573) | 0,7880 |

a/ Os valores do teste "t" são apresentados, entre parentesis, abaixo dos respectivos coeficientes de regressão.

**** Indica significância ao nível de 1%
*** Indica significância ao nível de 5%
** Indica significância ao nível de 10%
* Indica significância ao nível de 20%

APÊNDICE 5

Modêlos Alternativos Testados na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66

| Modêlos | Coeficientes de Regressão das Variáveis Independentes e Respectivos Valores do Teste "t"a/ | | | | | | | | Valor de $R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_6$ | $b_7$ | $b_8$ | |
| I | 0,099**** (3,772) | -0,037* (0,867) | 0,021 (0,175) | 0,031 (0,349) | 0,017 (0,390) | 0,345**** (4,805) | 0,116** (1,752) | 0,248**** (3,501) | 0,6865 |
| II | 0,095**** (3,981) | -0,035 (0,818) | 0,049 (0,533) | - - | 0,021 (0,505) | 0,354**** (5,357) | 0,112** (1,723) | 0,256**** (3,875) | 0,6862 |
| III | 0,099**** (3,774) | -0,041 (1,003) | 0,015 (0,122) | 0,041 (0,474) | - - | 0,343**** (4,806) | 0,124*** (1,966) | 0,260**** (4,154) | 0,6861 |
| IV | 0,101**** (3,822) | 0,000 (0,001) | 0,074 (0,620) | 0,003 (0,039) | 0,040* (0,951) | 0,372**** (5,283) | - - | 0,224**** (3,199) | 0,6786 |
| V | 0,097**** (4,109) | -0,003 (0,095) | 0,086* (0,948) | - - | - - | 0,379**** (5,780) | - - | 0,379**** (5,021) | 0,6760 |
| VI | 0,093**** (3,963) | -0,039* (0,950) | 0,051 (0,561) | - - | - - | 0,355**** (5,388) | 0,121*** (1,933) | 0,277**** (5,303) | 0,6855 |
| VII | 0,101**** (4,204) | 0,000 (0,006) | 0,077* (0,841) | - - | 0,040* (0,991) | 0,374**** (5,688) | - - | 0,225**** (3,511) | 0,6786 |

a/ Os valores do teste "t" são apresentados, entre parentesis, abaixo dos respectivos coeficientes de regressão.

**** Indica significância ao nível de 1%
*** Indica significância ao nível de 5%
** Indica significância ao nível de 10%
* Indica significância aos níveis de 30 e 40%

# APÊNDICE 6

Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Utilizadas na Estimativa da Função de Produção para o Município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66

| | $\log X_1$ | $\log X_2$ | $\log X_3$ | $\log X_4$ | $\log X_5$ | $\log X_6$ | $\log X_7$ | $\log X_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\log X_1$ | 1,00 | 0,12 | 0,27 | 0,01 | 0,08 | 0,01 | 0,01 | 0,28 |
| $\log X_2$ | | 1,00 | 0,11 | 0,41 | 0,10 | 0,54 | 0,66 | 0,14 |
| $\log X_3$ | | | 1,00 | 0,59 | 0,26 | 0,07 | 0,20 | 0,31 |
| $\log X_4$ | | | | 1,00 | 0,60 | 0,61 | 0,22 | 0,69 |
| $\log X_5$ | | | | | 1,00 | 0,39 | 0,18 | 0,71 |
| $\log X_6$ | | | | | | 1,00 | 0,37 | 0,53 |
| $\log X_7$ | | | | | | | 1,00 | 0,09 |
| $\log X_8$ | | | | | | | | 1,00 |

# APÊNDICE 7

Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Utilizadas na Estimativa da Função de Produção para o Município de Guarei, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| | log $X_1$ | log $X_2$ | log $X_3$ | log $X_4$ | log $X_5$ | log $X_6$ | log $X_7$ | log $X_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| log $X_1$ | 1,00 | 0,26 | 0,51 | 0,20 | 0,23 | 0,35 | 0,39 | 0,28 |
| log $X_2$ | | 1,00 | 0,47 | 0,59 | 0,39 | 0,71 | 0,49 | 0,69 |
| log $X_3$ | | | 1,00 | 0,53 | 0,24 | 0,50 | 0,45 | 0,39 |
| log $X_4$ | | | | 1,00 | 0,62 | 0,78 | 0,61 | 0,75 |
| log $X_5$ | | | | | 1,00 | 0,60 | 0,62 | 0,64 |
| log $X_6$ | | | | | | 1,00 | 0,56 | 0,82 |
| log $X_7$ | | | | | | | 1,00 | 0,61 |
| log $X_8$ | | | | | | | | 1,00 |

# APÊNDICE 8

Coeficientes de Correlação Simples entre as Variáveis Independentes Utilizadas na Estimativa da Função de Produção Agregada para os Municípios de Itapetininga e Guareí, Estado de São Paulo. Ano Agrícola 1965/66.

| | $\log X_1$ | $\log X_2$ | $\log X_3$ | $\log X_4$ | $\log X_5$ | $\log X_6$ | $\log X_7$ | $\log X_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\log X_1$ | 1,00 | 0,01 | 0,36 | 0,07 | 0,13 | 0,14 | 0,12 | 0,29 |
| $\log X_2$ | | 1,00 | 0,22 | 0,46 | 0,19 | 0,58 | 0,59 | 0,32 |
| $\log X_3$ | | | 1,00 | 0,59 | 0,28 | 0,27 | 0,31 | 0,34 |
| $\log X_4$ | | | | 1,00 | 0,61 | 0,67 | 0,33 | 0,71 |
| $\log X_5$ | | | | | 1,00 | 0,46 | 0,28 | 0,69 |
| $\log X_6$ | | | | | | 1,00 | 0,46 | 0,62 |
| $\log X_7$ | | | | | | | 1,00 | 0,22 |
| $\log X_8$ | | | | | | | | 1,00 |

# APÊNDICE 10

## Determinação dos Preços dos Fatôres Produtivos.

Os preços dos insumos incluidos nos modêlos selecionados nas estimativas das funções de produção foram determinados de acôrdo com os critérios a seguir apresentados.

### Terra com Cultura e Terra em Pastagem

Os preços dêsses fatôres produtivos foram determinados com base no preço médio de arrendamento (aluguel) de um hectare na região, no ano agrícola 1965/66. Êste preço é igual a NCr$ 36,00, importância esta que corresponde a uma retribuição de 12% ao ano ao valor médio de um hectare (NCr$ 300,00).

### Trabalho

O preço de um dia de trabalho de um homem foi estimado com base no valor do salário mínimo vigente na região no ano da pesquisa. Êste preço é igual a NCr$ 2,00.

### Capital nas Formas de Animais Produtivos e Animais de Trabalho

O preço dêsses insumos foi determinado considerando o rendimento que cada unidade monetária investida nessas formas de capital

proporcionaria a uma taxa de 12% ao ano. Assim sendo, êsse preço é igual a NCr$ 1,12.

Despesas de Custeio

Para esta variável o preço foi estimado em NCr$ 1,18. Êste valor foi obtido considerando uma taxa de juros de 18% ao ano como retribuição a cada unidade monetária empregada no custeio da exploração.

*****